

THÈSE

pour le

Doctorat de 3^e cycle

(Psychologie)

présentée par

Pascale JOSSE

soutenue le 1^{er} décembre 1982

CLASSES OU COLLECTIONS ?

ÉTUDE DE LA RÉOLUTION

ENTRE 5 ET 11 ANS

DU PROBLÈME " DIT D'INCLUSION "

sous la direction de M. Pierre OLÉRON,

Professeur à l'Université René Descartes

ÉDITIONS DU CNRS

— PARIS 1984 —

MONOGRAPHIES FRANÇAISES
DE PSYCHOLOGIE

MONOGRAPHIES FRANÇAISES DE PSYCHOLOGIE

CLASSES OU COLLECTIONS ?

CLASSES OU COLLECTIONS ?

CLASSES OU COLLECTIONS ?

ÉTUDE DE LA RÉOLUTION

ENTRE 5 ET 11 ANS

DU PROBLÈME "DIT D'INCLUSION"

J. F. RICHARD, Professeur à l'Université de Paris VIII (Saint-Denis).

J. F. RICHARD, Professeur à l'Université de Paris VIII (Saint-Denis).

J. F. RICHARD, Professeur à l'Université de Paris VIII (Saint-Denis).

J. F. RICHARD, Professeur à l'Université de Paris VIII (Saint-Denis).

J. F. RICHARD, Professeur à l'Université de Paris VIII (Saint-Denis).

J. F. RICHARD, Professeur à l'Université de Paris VIII (Saint-Denis).

J. F. RICHARD, Professeur à l'Université de Paris VIII (Saint-Denis).

J. F. RICHARD, Professeur à l'Université de Paris VIII (Saint-Denis).

REDACTEUR EN CHEF

Prof. GILBERT, Professeur à l'Université de Paris VIII (Saint-Denis).

OU ENVOI

OU ENVOI

OU ENVOI

OU

MONOGRAPHIES FRANCAISES DE PSYCHOLOGIE

COMITE DE REDACTION

- J.M. FAVERGE, Professeur à l'Université Libre de Bruxelles.
C. FLORES, Professeur à l'Université de Nice.
P. FRAISSE, Professeur à l'Université René Descartes de Paris.
R. FRANCES, Professeur à l'Université de Paris X (Nanterre).
J.F. LE NY, Professeur à l'Université de Paris VIII (Saint-Denis).
J. PAILLARD, Professeur à l'Université d'Aix-Marseille.
P. PICHOT, Professeur à l'Université René Descartes de Paris.
M. REUCHLIN, Professeur à l'Université René Descartes de Paris.
J. F. RICHARD, Professeur à l'Université de Paris VIII (Saint-Denis).
A. SOULAIRAC, Professeur à l'Université de Paris VI.
J. STOETZEL, Professeur à l'Université René Descartes de Paris.
R. ZAZZO, Professeur à l'Université de Paris X (Nanterre).

REDACTEUR EN CHEF

Pierre OLERON, Professeur à l'Université René Descartes de Paris

MONOGRAPHIES FRANÇAISES
— DE PSYCHOLOGIE —

63

CLASSES OU COLLECTIONS ?
ÉTUDE DE LA RÉOLUTION
ENTRE 5 ET 11 ANS
DU PROBLÈME
“DIT D'INCLUSION”

par

Pascale JOSSE

ÉDITIONS DU
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
15, Quai Anatole France — 75700 PARIS

1984

MONOGRAPHIES FRANÇAISES
DE PSYCHOLOGIE

63

CLASSES OU COLLECTIONS ?
ÉTUDE DE LA RÉOLUTION
ENTRE 2 ET 11 ANS
DU PROBLÈME
"DIT D'INCLUSION"

PAR JEAN-PIERRE JOSSER

© Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 1984.

ISBN 2-222-03380-2

Les recherches rapportées dans le présent ouvrage ont été menées, avec le support de la D.G.R.S.T., au Laboratoire de Psychologie Génétique de l'Université René Descartes à Paris, E.R.A. au C.N.R.S.

J'exprime ma reconnaissance à M. le Professeur Pierre Oléron et à Mme Jacqueline Bideaud à qui je dois de les avoir menées à bien.

Je remercie Pierre Coslin pour les conseils qu'il a bien voulu me donner.

Je tiens à remercier également les directeurs d'écoles et les enseignants qui ont permis de les réaliser.

SOMMAIRE

	Pages
Introduction — Nature des problèmes	11
I. — LES ETUDES PIAGETIENNES DE L'INCLUSION	12
A — L'évaluation piagétienne de l'inclusion	12
B — Présentation des versions modifiées de l'inclusion	14
II. — LES MODELES CONCURRENTS : UNE APPROCHE FONC- TIONNELLE DE L'INCLUSION	21
A — Le modèle du double comptage de Wilkinson (1976)	21
B — Le modèle de Klahr et Wallace (1976).	23
C — Le modèle de Trabasso <i>et al.</i> (1978)	27
D — Bilan de l'apport des modèles fonctionnels.	30
III. — INCLUSION ET COLLECTIONS	31
A — Les travaux de Markman (1973), Markman et Seibert (1976).	32
B — Les travaux de Carbonnel (1978), Carbonnel et Longeot (1979).	34
C — L'inclusion : un problème de collections	36
Conclusion : les perspectives nouvelles de recherches	41

PREMIERE PARTIE DES COLLECTIONS DISJOINTES A LA RESOLUTION DU PROBLEME DIT D'INCLUSION

CHAPITRE I — Les problèmes de classes disjointes. Etude de leur résolu- tion entre 5 et 7 ans.	45
Position du problème	45
Présentation de l'expérience	48
Résultats	50
Discussion	57

CHAPITRE II – Classes disjointes et classes emboîtées. Essai de hiérarchisation des épreuves entre 5 et 8 ans	61
Position du problème	61
Présentation de l'expérience	64
Résultats	67
Discussion	74

DEUXIEME PARTIE DE L'INCLUSION CLASSIQUE A L'INCLUSION LOGIQUE

CHAPITRE III – Problèmes d'inclusion : forme classique et formes modifiées. Etude de leur résolution entre 6 et 11 ans . .	79
Position du problème	79
Présentation de l'expérience	82
Résultats	85
Discussion	99
CHAPITRE IV – De l'inclusion classique à l'inclusion logique. Essai de hiérarchisation des épreuves entre 8 et 11 ans.	103
Position du problème	103
Présentation de l'expérience	106
Résultats	110
Discussion	119
CONCLUSION	123
BIBLIOGRAPHIE	129
ANNEXES.	133
Documents annexes relatifs au chapitre I	135
Documents annexes relatifs au chapitre II	140
Documents annexes relatifs au chapitre III	144
Document annexes relatifs au chapitre IV	147

INTRODUCTION

NATURE DES PROBLEMES

On sait que, dans la perspective piagétienne, le développement cognitif s'effectue au cours de trois stades : le stade sensori-moteur, le stade opératoire concret et le stade opératoire formel. Chacun de ces stades est caractérisé par une évolution vers une organisation cognitive ou structure isomorphe à un groupe ou groupement logico-mathématique.

Piaget et ses collaborateurs semblent s'être particulièrement intéressés au second de ces stades, étape de mise en place des groupements d'opérations concrètes. La maîtrise de l'inclusion des classes, dont l'étude fera l'objet de cet ouvrage, est considérée, par ces auteurs, comme l'une des manifestations d'accès à ce stade.

Du point de vue logique, l'inclusion est la relation qui existe entre deux classes A et B de telle sorte que cette relation vérifie "Tous les A sont quelques B" et $A < B$. Il s'agit ici d'une quantification intensive qui ne renseigne que sur la supériorité quantitative de la classe sur l'une ou l'autre des sous-classes (1). Toute classe est définie en compréhension et en extension. La compréhension est "l'ensemble des qualités communes aux individus de chaque classe et l'ensemble des différences distinguant les membres d'une classe et ceux d'une autre"; l'extension est "l'ensemble des membres de cette classe définie en compréhension" (Piaget, Inhelder, 1959, p. 16).

D'une manière générale et, en particulier, après les travaux de Piaget et Inhelder (1959), l'inclusion ainsi définie est évaluée par des questions de quantification de l'inclusion du type : "y a-t-il plus de fleurs ou plus de primevères ?" devant un bouquet de fleurs contenant entre autres des primevères, "y a-t-il plus de perles brunes ou plus de perles ?" devant un ensemble de perles brunes et blanches.

Selon Piaget et Inhelder, la notion logique d'inclusion est appréhendée par l'enfant lorsque celui-ci donne une réponse correcte et justifiée aux questions

(1) Piaget (1973) distingue trois types de quantification : l'une correspond à la logique des classes – quantification intensive. Les deux autres sont mathématiques. L'une est non métrique – quantification extensive; la relation "presque tous" en est un exemple : si A contient presque tous les B, alors non seulement $B > A$ mais $A > A'$. L'autre est métrique – quantification métrique ou numérique : dans ce cas, les diverses parties de B peuvent être réduites à une unité commune.

précédentes. Une telle réponse traduit l'existence d'une structuration isomorphe au groupement additif des classes. Cette organisation permet la composition de l'addition et de la soustraction des classes en présence et assure la coordination de leur compréhension et de leur extension.

Pendant de nombreuses années, la réussite à l'épreuve de quantification de l'inclusion a donc été considérée comme l'indice d'une structure ou, pour le moins, d'une compréhension de la logique des classes. Toutefois, un certain nombre de travaux récents permettraient d'avancer, à partir de résultats convaincants, que la réussite à l'épreuve d'inclusion témoignerait moins de l'existence d'un raisonnement logique que d'un traitement empirique des données. L'enfant résoudre le problème qui lui est posé en considérant des collections disjointes et non des classes emboîtées.

On se propose de vérifier les résultats de ces travaux récents en étudiant l'évolution de la construction et du traitement des collections chez des enfants âgés de 5 à 11 ans.

Dans l'introduction qui suit, on présentera tout d'abord la perspective opératoire en ce qui concerne l'acquisition de l'inclusion. L'accent sera mis sur les modalités d'évaluation et les interprétations piagétienne des données ainsi obtenues. On exposera et discutera ensuite les modèles fonctionnels concurrents qui constituent une approche en termes de "traitement de l'information". On présentera ensuite les recherches qui, utilisant la modification des situations expérimentales pour déterminer des niveaux de raisonnement, posent le problème du statut logique des réussites aux épreuves classiques d'inclusion. Les résultats et les interprétations des unes et des autres recherches suscitent des interrogations qui sont à l'origine de notre travail dont nous exposerons l'objectif et le plan en fin d'introduction.

I. — Les études piagétienne de l'inclusion

A — L'évaluation piagétienne de l'inclusion

Piaget étudie la façon dont l'enfant appréhende la supériorité de la classe sur la sous-classe dans *La genèse du nombre chez l'enfant* (Piaget, Szeminska, 1941) et dans *La genèse des structures logiques élémentaires* (Piaget, Inhelder, 1959).

Après avoir décrit le paradigme expérimental d'évaluation de l'inclusion, nous présenterons les stades d'acquisition de cette notion et le statut que leur confère Piaget.

1. Description du paradigme expérimental

Le paradigme expérimental est le suivant : des perles en bois (classe emboî-tante) sont disposées devant l'enfant ; 40 sont brunes et 2 sont blanches. La situa-tion d'inclusion est formalisée de la façon suivante : $B = A + A'$, $A > A'$ (2).

Après familiarisation avec le matériel, on demande à l'enfant s'il y a plus de perles en bois ou plus de perles brunes. L'enfant est tenu de justifier sa réponse.

Cette procédure correspond à la situation classique d'évaluation de l'inclusion.

2. Les stades dégagés par Piaget

L'analyse des résultats conduit Piaget à distinguer trois stades :

le premier stade est caractérisé par l'incapacité à concevoir la supériorité quan-titative de la classe sur la sous-classe. L'enfant déclare de façon typique qu'il y a plus de perles brunes parce qu'il n'y a que deux perles blanches ;

le second stade est caractérisé par la découverte intuitive de la supériorité de la classe sur la sous-classe ;

le troisième stade est caractérisé par la découverte immédiate de la supériorité de la classe B sur la sous-classe A. Il survient à l'âge de 7-8 ans.

3. Statut des réponses obtenues

a) Les échecs (stade I)

L'échec à l'item classique d'inclusion résulte de ce que l'enfant ne peut envi-sager simultanément le tout B et les parties A et A'. L'enfant est tout au plus capable de considérer soit la classe emboî-tante en négligeant les parties, soit les sous-classes en négligeant la classe.

La traduction logique de cet échec est l'incapacité à concevoir simultanément la classe B comme résultant de l'addition $B = A + A'$ et la classe A comme résultant de la soustraction $A = B - A'$.

b) Les réussites (stade III)

Le critère de réussite est toujours une réponse correcte et justifiée. Celle-ci est jugée opératoire : elle indique que l'enfant est capable d'envisager simultanément la classe et la sous-classe. Elle témoigne de l'existence d'une structure isomorphe

(2) Ici les perles en bois constituent la classe B, les perles brunes la sous-classe A et les perles blanches la sous-classe A'.

au groupement additif des classes (3). L'enfant réussit parce qu'il se place d'emblée du point de vue de la composition additive des classes. L'épreuve de quantification de l'inclusion est avancée comme le critère le plus fin de l'achèvement de la structure opératoire de classification additive.

c) Un stade intermédiaire (stade II) est caractérisé par des réponses fluctuantes. La découverte de la supériorité de la classe sur la sous-classe ne procède pas d'une déduction. Elle est ainsi jugée intuitive dans la mesure où ce n'est qu'après avoir visualisé les collections que l'enfant peut répondre.

Si une réponse logique résulte de la compréhension de l'emboîtement des classes les unes dans les autres, une réponse intuitive résulte de la seule considération de "collections à parties différenciées" (Piaget, Inhelder, 1959, p. 109).

B – Présentation des versions modifiées de l'inclusion

Piaget et ses collaborateurs ont les premiers diversifié les situations d'inclusion afin de prouver la généralité des résultats obtenus dans des conditions particulières et de valider ainsi leur modèle.

Nous présenterons d'abord les différentes versions de l'inclusion mentionnées dans *La genèse du nombre chez l'enfant* (Piaget, Szeminska, 1941) et dans *La genèse des structures logiques élémentaires* (Piaget, Inhelder, 1959). La variation des situations entraînant une certaine variation des performances, nous verrons de quelle façon Piaget l'analyse.

1. Les situations d'inclusion présentées dans *La genèse du nombre chez l'enfant* (Piaget, Szeminska, 1941)

Les variations introduites par rapport à l'item standard (4) portent sur le matériel, la formulation de la question d'inclusion et l'extension des sous-classes.

(3) Tout groupement est caractérisé par 5 propriétés. Le groupement additif des classes est défini par les 5 propriétés suivantes :

1. l'opération directe : $A + A' = B$, $B + B' = C$, etc.
2. l'opération inverse : $A = B - A'$, $B = C - B'$, etc.
3. l'opération identique : $(A - A) = 0$.
4. l'associativité : $(A + A') + B' = A + (A' + B')$.
5. la tautologie : $A + A = A$, qui est le propre des groupements et limite l'associativité : ainsi $(A + A) - A \neq A + (A - A)$.

(4) On rappelle que l'item standard d'inclusion est posé à partir d'un matériel de perles en bois dont 40 sont brunes et 2 blanches.

a) Les matériels suivants sont sélectionnés :

- a 1) des perles
rondes et carrées,
brunes et blanches,
blanches et vertes,
petites et grandes.
- a 2) des images d'enfants
- a 3) des fleurs
coquelicots et bluets,
boutons d'or et bluets.

b) La question d'inclusion est formulée de trois façons différentes :

b 1) présentation classique. On demande, en présence d'une seule collection (B), s'il y a plus de A ou plus de B ($B = A + A'$; $A > A'$).

b 2) question modifiée. En présence d'une collection on demande, par exemple devant un matériel de fleurs : "Quel bouquet sera le plus gros, celui fait avec les fleurs ou celui fait avec les coquelicots ?"

b 3) question et présentation modifiées. On dispose deux ensembles (de perles par exemple) identiques et distincts l'un de l'autre. On demande : "Si tu fais un collier avec les perles brunes (de l'ensemble n° 1) et si moi je fais un collier avec les perles en bois (de l'ensemble n° 2), qui aura le collier le plus long ?"

c) Les rapports quantitatifs entre sous-classes varient de la façon suivante :
20/3, 15/2, 40/2, 12/2, 10/3, 15/10, 20/15, 20/17.

Le tableau 1 présente les diverses versions de l'inclusion auxquelles se réfèrent Piaget et Szeminska (1941).

L'analyse des résultats est purement qualitative. Aucun résultat chiffré n'est donné. Selon Piaget, les réponses et les réactions ne sont pas affectées par les variations des situations.

Piaget mentionne toutefois les faits suivants :

1) le matériel de fleurs (items n° 1 et n° 2 du tableau 1) donne lieu à de moins bonnes performances que le matériel d'images d'enfants (item n° 3 du tableau 1) et à de meilleures performances que le matériel de perles (item n° 4 du tableau 1) ;

2) les réponses correctes sont quelque peu facilitées lorsque le rapport numérique entre sous-classes est moins fortement contrasté qu'il ne l'est dans la situa-

TABLEAU 1

Caractéristiques des diverses situations d'inclusion présentées dans le chapitre VII de La genèse du nombre chez l'enfant

	Classe B	N	A	A'	Type de question posée
1.	fleurs	23	20 coquelicots	3 bluets	B
2.	fleurs	17	15 boutons d'or	2 bluets	C
3.	enfants	14	12 filles	2 garçons	C
4.	perles en bois	42	40 perles brunes	2 perles blanches	C, D
5.	perles en bois	35-37	20 perles brunes	15-17 perles blanches ou vertes	B, D
6.	perles bleues	13	10 perles coniques	3 perles rondes	C
7.	perles bleues	13	10 perles carrées	3 perles rondes	B, D
8.	perles jaunes	25	15 perles petites	10 perles grandes	B

Légende : - N = Nombre d'éléments de B

- Les types de questions posées sont les suivants :

C : question classique : "Y a-t-il plus de A ou plus de B ?"

B : "quel... bouquet (collier) sera le plus... gros (long) : celui avec les... fleurs (perles) ou celui avec les... coquelicots (perles brunes)?"

D : on présente deux ensembles identiques de perles. On demande : "Si toi tu fais un collier avec les perles brunes qui sont là (collection n° 1) et si moi je fais un collier avec les perles en bois qui sont là (collection n° 2), qui aura le collier le plus long ?"

tion classique (les réponses correctes sont plus nombreuses à l'item n° 5 qu'à l'item n° 4) :

3) les réponses correctes sont légèrement facilitées lorsque la question d'inclusion est posée à partir de deux ensembles identiques.

2. Les situations présentées dans *La genèse des structures logiques élémentaires* (Piaget, Inhelder, 1959)

a) Trois matériels sont présentés : images de fleurs, perles, images d'animaux.

Le matériel de fleurs est composé de 20 images réparties en 4 images d'objets divers et 16 images de fleurs. Parmi celles-ci, 8 sont des primevères : 4 sont jaunes et 4 sont de diverses couleurs. L'emboîtement des classes est le suivant : primevères jaunes < primevères < fleurs < objets et fleurs.

Le matériel de perles est composé de perles en verre et de perles en bois. Parmi ces dernières certaines sont rouges. Les perles rouges sont rondes ou carrées. L'emboîtement des classes est le suivant : perles rouges rondes < perles rouges < perles en bois < perles en bois et en verre .

Le matériel d'animaux est composé de 21 images réparties en : 3 canards, 4 oiseaux non canards, 4 animaux qui volent non oiseaux, 7 animaux qui ne volent pas et 3 objets inanimés. Une série simplifiée comprend 3 (ou 4) canards, 3 à 5 oiseaux non canards, 5 animaux non oiseaux. L'emboîtement des classes est le suivant :

- canards $<$ oiseaux $<$ animaux qui volent $<$ animaux $<$ êtres vivants et non vivants, pour la série complète ;
- canards $<$ oiseaux $<$ animaux, pour la série simplifiée.

b) Les questions suivantes sont posées :

Des questions générales d'inclusion : "Si tu fais un bouquet de toutes les . . . (primevères), prendras-tu ou non les . . . (primevères bleues) ?"

Des questions de quantification de l'inclusion :

Q1 : "Le bouquet de toutes les . . . (primevères jaunes) est-il plus grand que le bouquet de toutes les . . . (primevères) ?"

Q2 : "Y a-t-il plus de . . . (primevères) ou plus de . . . (fleurs) ?"

Q3 : "Si tu cueilles toutes les . . . (primevères), restera-t-il des . . . (fleurs) ?"

Q4 : "Si tu cueilles toutes les . . . (fleurs), restera-t-il des . . . (primevères) ?"

La procédure est la même pour les images d'animaux. Les questions de quantification de l'inclusion sont alors du type :

"Y a-t-il plus de volailles ou plus d'animaux ?"

"Y a-t-il plus de canards ou plus d'oiseaux ?"

"Y a-t-il plus d'animaux domestiques ou plus de canards ?"

"Y a-t-il plus d'oiseaux ou plus d'animaux ?"

Selon Piaget, les questions générales d'inclusion sont plus faciles que les questions de quantification de l'inclusion. Parmi ces dernières, les questions Q3 et Q4 se révèlent plus faciles que les questions Q1 et Q2.

Les pourcentages de réussite aux questions classiques d'inclusion sont indiqués dans le tableau 2a pour le matériel de fleurs et dans le tableau 2b pour le matériel d'animaux. On y trouve les pourcentages de réussite observés soit à $A < B$, soit à $B < C$ – inclusion simple – et les pourcentages de réussite simultanée à $A < B$ et $B < C$ – double inclusion.

L'observation de ces tableaux révèle la plus grande difficulté de la double inclusion comparée à l'inclusion simple et de l'inclusion des animaux comparée à celle des fleurs. Il est notable que l'inclusion des animaux reste difficile jusqu'à l'âge de 11 ans. Il faut mentionner toutefois que le libellé des questions semble plus difficile dans ce cas que dans le cas des fleurs.

TABLEAU 2a
*Pourcentages de réussites aux items d'inclusion
 de fleurs*
 (Piaget, Inhelder, 1959)

Age \ Items	A < B	B < C	A < B B < C
5 - 6 (n = 20)	30	47	24
7 (n = 19)	38	47	26
8 (n = 17)	67	82	61
9 - 10 (n = 13)	96	77	73

Légende : A < B : Y a-t-il plus de primevères
jaunes ou plus de primevères ?
B < C : Y a-t-il plus de primevères ou
plus de fleurs ?

TABLEAU 2b
*Pourcentages de réussites aux items d'inclusion
d'animaux*
 (Piaget, Inhelder, 1959)

Age \ Items	A < B	B < C	A < B B < C
8 (n = 17)	43	38	25
9 (n = 22)	50	66	27
10 (n = 14)	50	62	42
11 (n = 17)	46	82	56 (1)
12 - 13 (n = 17)	67	75	67

NB : Ces résultats sont obtenus avec la série simplifiée d'animaux.

Légende : A < B : Y a-t-il plus de canards ou plus
d'oiseaux ?
B < C : Y a-t-il plus d'oiseaux ou plus
d'animaux ?

(1) Il y a sans doute une erreur puisque le pourcentage d'enfants qui réussissent A < B et B < C ne devrait pas dépasser 46 %.

Aucun tableau des résultats n'est fourni pour le matériel de perles. Piaget précise seulement que l'évolution des réponses est comparable à celle observée sur le matériel de fleurs (5).

(5) Ce qui est contraire à l'évolution observée dans *La genèse du nombre chez l'enfant* où les réussites étaient plus nombreuses avec le matériel de fleurs qu'avec celui de perles.

3. Interprétation de la variation des performances

Comme on l'a vu précédemment, c'est parce qu'il se place d'emblée du point de vue de la composition additive des classes que l'enfant peut réussir l'inclusion. Les réponses ont alors un statut logique.

Fondamentalement, la variation des performances observée lors des modifications de situations identiques du point de vue formel n'affecte pas le statut logique des réponses correctes d'inclusion. Cette variation résulterait de la nature même des opérations concrètes qui n'ont encore rien d'un mécanisme formel applicable à n'importe quel contenu. La constitution de classes emboîtables reste sous la dépendance des caractères intuitifs et perceptifs du matériel et, lorsque ceux-ci viennent à manquer, les sujets peuvent ne pas appliquer les structures qu'ils connaissent et donnent alors des réponses de niveaux antérieurs. "Les groupements demeurent relatifs aux types de notions concrètes (c'est-à-dire d'actions mentalisées) qu'ils ont effectivement structurées, mais la structuration d'autres types de notions concrètes, de nature intuitive plus complexe parce que s'appuyant sur d'autres actions encore, demande une reconstruction des mêmes groupements avec décalage dans le temps" (Piaget, 1967, p. 156). Est ainsi définie la notion de décalage "horizontal" qui justifie le fait qu'un même groupement puisse s'appliquer avec un décalage plus ou moins important à des contenus différents. L'exemple le plus célèbre de décalage horizontal est celui de la conservation appliquée à la substance, au poids et au volume. La conservation du poids survient avec un décalage de deux ans et celle du volume survient avec un retard de quatre ans par rapport à la conservation de la substance (Piaget, 1967). Dans le cas de l'inclusion, le décalage horizontal est invoqué à propos du retard de l'inclusion des animaux sur celle des fleurs. L'observation de ce décalage conduit Piaget à avancer que la quantification de l'inclusion pourrait n'être acquise qu'aux confins du stade opératoire formel (Piaget, Inhelder, 1959, p. 115).

4. Les travaux et les analyses piagétien suscitent les remarques suivantes :

En premier lieu le critère psychologique de l'acquisition de l'inclusion et la définition logique qui lui correspond ne sont pas en harmonie. Une réponse correcte prouve que l'enfant comprend simultanément $A + A' = B$ et $B - A' = A$ et la composition de l'addition et de la soustraction des classes. On a vu que cette réponse témoigne de l'existence d'une structure isomorphe au groupement additif des classes. Or, il est difficile d'en admettre le fonctionnement dans la mesure où la tautologie et l'associativité, opérations constitutives du groupement additif des classes, n'ont jamais été évaluées au moyen d'épreuves spécifiques. En outre, puisqu'une réponse correcte implique la composition $A + A' = B$ et $B - A' = A$,

génératrice de tout groupement additif des classes, il est surprenant que l'on n'attende pas de l'enfant qu'il généralise ses réponses aux problèmes de structure identique. Ainsi la plus grande difficulté des items de double inclusion comparés à ceux d'inclusion simple n'est pas sans poser problème. Il ressort qu'un même enfant peut donner des réponses fausses, intuitives ou déductives selon les items. Quel est alors le statut des réponses correctes qui ne se maintiennent pas lors de modifications parfois minimales des situations ? Doit-on assimiler ces réponses correctes "ponctuelles" à des réponses relevant du stade intermédiaire ? Il ne le semble pas puisque le statut "logique" des réponses correctes n'est jamais remis en cause. Une ambiguïté subsiste qui est soulignée par le fait que Piaget et Inhelder (1959) situent l'acquisition de l'inclusion aux confins du stade formel, c'est-à-dire à l'âge de 11 ans. Quel est alors le statut des réponses correctes obtenues avant l'âge de 11 ans ? On peut se demander malgré tout si, lorsque Piaget situe l'acquisition de l'inclusion vers l'âge de 11 ans, il n'estompe pas ainsi les différences entre les réponses intuitives et les réponses "logiques" et ce d'autant plus que ces dernières ne pourraient être obtenues sans la présence des collections devant le sujet.

Si Piaget "explique" l'absence de généralisation des réussites par la notion de décalage horizontal, celle-ci ne semble pas totalement satisfaisante dans la mesure où son usage, quelque peu abusif, intervient souvent à titre d'argument *post hoc* pour justifier un état de fait (Bideaud, 1974).

En dernier lieu il convient de mentionner le statut particulier de certains items. Nous avons présenté (cf. tableau 1) les différentes versions de l'inclusion utilisées par Piaget et Szeminska (1941). L'une des situations est clairement un problème de classes disjointes : deux collections identiques (composées des mêmes sous-classes) sont présentées à l'enfant. Par exemple, dans le cas de l'item des fleurs, on demande s'il y a plus de fleurs dans l'une des collections ou plus de marguerites dans l'autre collection. Classe et sous-classe ne sont plus en rapport d'emboîtement, il s'agit donc bien d'un problème de classes disjointes pour lequel la simultanéité logique qui caractérise l'inclusion n'existe plus. Le choix d'un tel item n'est pas sans introduire une certaine ambiguïté. Constitue-t-il, en effet, un critère de l'opérativité du sujet ? Et s'il n'en est pas un, de quelle façon alors en diffère-t-il ?

Il semble que le primat du sujet épistémique sur le sujet réel ait conduit Piaget à sous-estimer les données qui font obstacle à son modèle et à souligner le caractère "logique" des réponses correctes à l'épreuve classique d'inclusion. Or, bien avant un contrôle plus précis des faits, certaines observations piagétienne ne sont pas sans poser problème, de ce point de vue. On retiendra en particulier la nécessité d'appuyer la réponse correcte sur un constat jugé indispensable tout au long du stade opératoire concret d'une part et, d'autre part, l'absence reconnue de généralisation des réponses à des problèmes formellement identiques.

II. — Les modèles concurrents : une approche fonctionnelle de l'inclusion

A — Le modèle du double comptage de Wilkinson (1976)

Le modèle de Wilkinson met l'accent sur l'analyse sémantique du problème et l'utilisation de stratégies de comptage. L'analyse sémantique permet de définir un état de départ qui identifie les sources d'information pertinente et un état d'arrivée qui spécifie le but à atteindre. Les stratégies de résolution permettent de relier l'état de départ et l'état d'arrivée définis par l'analyse sémantique. Selon Wilkinson, l'échec à l'inclusion ne proviendrait pas d'une analyse sémantique incorrecte mais d'une inadéquation de la stratégie de comptage au problème à résoudre. Deux stratégies de comptage, correspondant à deux niveaux de développement, peuvent être utilisées. L'une, apprise à l'école, consiste à ne compter qu'une fois chaque élément d'un ensemble. La seconde stratégie, la seule adaptée au problème d'inclusion, est une stratégie de double comptage.

Ainsi supposons que l'on présente des images de chiens et de chats constituant un ensemble d'animaux et que l'on pose la question classique d'inclusion : "Y a-t-il plus de chiens ou plus d'animaux ?" Il faut souligner tout d'abord que ce modèle repose sur l'hypothèse selon laquelle l'enfant procède par décomposition du but à atteindre en sous-buts plus simples. Ainsi l'enfant qui n'utilise pas une stratégie de double comptage compte les chiens (pattern P1) et les chats (pattern P2). Le comptage des animaux est réduit à deux sous-problèmes correspondant aux patterns P1 et P2. Cette décomposition résulte de l'utilisation d'un opérateur SCAN, défini comme une procédure récursive au moyen de laquelle l'ensemble d'items est inspecté puis divisé en patterns — au sens très général de schèmes d'organisation — mutuellement exclusifs en fonction des traits les plus saillants de l'ensemble d'items. Pour chaque pattern ainsi défini par SCAN, un SUBSCAN produit le comptage des éléments de chaque sous-classe. Les patterns P1 sont comptés comme "chiens" et les patterns P2 en coïncidence avec les "animaux". Une procédure MATCH est, en outre, couplée à l'opérateur SCAN : elle associe à un pattern la classe d'éléments la plus spécifique de l'ensemble présenté ; ainsi le pattern P1 est compté comme "chiens" et non comme "animaux".

La réussite à l'inclusion, par contre, nécessite une stratégie de comptage qui utilise l'opérateur SCAN plus d'une fois.

Wilkinson tente de valider son modèle. L'expérience princeps consiste à présenter deux types de problèmes d'inclusion :

1) Les problèmes appelés "inclusion concept" ("*concept inclusion*") sont des problèmes classiques d'inclusion. On présente par exemple deux images de garçons et une image de fille et on demande s'il y a plus de garçons ou plus d'enfants ;

2) Les problèmes appelés “inclusion percept” (“*percept inclusion*”) sont des versions modifiées de l’inclusion. On présente par exemple deux maisons ayant chacune une porte et une fenêtre et une troisième maison ayant une fenêtre seulement. On demande s’il y a plus de maisons avec une fenêtre ou plus de maisons avec une porte.

Les 48 enfants de maternelle répondent mieux aux problèmes “inclusion percept” qu’aux problèmes “inclusion concept”.

Dans une deuxième expérience, on soumet 48 enfants de maternelle à quatre types de problèmes ; aux problèmes “inclusion percept” et “inclusion concept” identiques à ceux précédemment décrits, sont ajoutés deux autres types d’items :

1) Inclusion-récit : une histoire est racontée à l’enfant avant que ne soit posée la question d’inclusion. Par exemple : “Voici l’histoire de deux petites filles. Un jour ces petites filles vont dans un parc pique-niquer. Lorsqu’elles atteignent le parc, elles constatent qu’il y a beaucoup d’adultes. Une partie des adultes sont des mamans, les autres sont des papas. L’une des petites filles décide alors de dire bonjour aux mamans, l’autre petite fille décide de dire bonjour aux adultes. Qui dira bonjour le plus souvent, la petite fille qui dira bonjour à toutes les mamans, ou celle qui dira bonjour à tous les adultes ?”

2) Inclusion-récit et images : après avoir raconté une histoire identique à celle exposée précédemment, on présente l’image décrivant la situation (6), puis on pose la question d’inclusion identique à celle des problèmes inclusion-récit.

Les résultats sont donnés dans le tableau 3. Il apparaît que seuls les problèmes “inclusion concept” sont significativement plus difficiles que les trois autres types de problèmes.

TABLEAU 3

*Pourcentages de réussites aux différents problèmes d’inclusion
selon les matériels
(Wilkinson, 1976)*

Type de problèmes Matériel	Inclusion percept	Inclusion concept	Inclusion récit	Inclusion récit et images
Adultes	75	42	75	75
Animaux	42	8	58	58
Fruits	58	33	58	33
Enfants	67	8	75	50
Moyenne	60	23	67	54

(6) Il semble que dans ce cas la classe emboîtant comprend trois éléments, c’est-à-dire deux images de “mamans” et une image de “papa”.

Selon Wilkinson, ces résultats montrent que l'enfant serait capable d'utiliser une stratégie sémantique correcte prenant appui sur une hiérarchie simple des collections. Les moins bonnes performances obtenues aux problèmes "inclusion concept" seraient dues au fait que l'utilisation d'une stratégie de comptage est favorisée dans ce type de problème au détriment d'une stratégie sémantique.

Les travaux et les analyses de Wilkinson suscitent plusieurs remarques.

1) Rien ne permet de considérer que dans le cas des items "inclusion percept" l'enfant traite des classes et non des collections. L'enfant a pu seulement traiter les indices (portes et fenêtres par exemple) associés aux différentes classes sans se représenter la classe et la sous-classe. Les résultats obtenus par Dean, Chabaud et Bridges (1981) vont dans ce sens.

2) Le critère de réussite ne prend pas en compte les justifications des enfants. Il est dans ce cas difficile de considérer qu'une seule réponse correcte puisse témoigner du caractère opératoire de ces réponses.

3) Dans le cas des items inclusion-récit et inclusion-récit et images, la question correspond à une version modifiée de l'inclusion. Une telle formulation pourrait faciliter la disjonction temporelle de la classe et de la sous-classe à comparer : l'enfant pourrait se représenter le résultat de deux actions successives, l'une portant sur la classe et l'autre sur la sous-classe. Il serait normal que ces items aient été mieux réussis que les items "inclusions concept".

4) L'item d'inclusion-récit est au moins aussi facile que l'item d'inclusion-récit et images. Indépendamment de l'effet facilitateur de la question d'inclusion, le caractère verbal des items n'a pas constitué une source de difficulté supplémentaire chez les jeunes enfants.

5) Quel que soit le type d'items, la classe emboîtante a toujours comporté trois éléments, y compris dans les problèmes d'inclusion-récit et images où l'on mentionne "beaucoup" d'adultes (classe emboîtante). L'extension de la classe est pour le moins faible et limite la portée des résultats.

B – Le modèle de Klahr et Wallace (1976)

En utilisant des notions issues des modèles cybernétiques de la mémoire, Klahr et Wallace proposent un modèle d'échec et de résolution de la quantification de l'inclusion qui repose sur un jeu d'interactions entre les différents codages effectués par le sujet et le type d'attention ("*attentional grain*") porté aux objets des collections. Dans une situation donnée, les étapes de quantification surviendraient après une succession de codages : codage verbal, codage iconique, codage en mémoire visuelle à court terme.

Le codage verbal et le codage en mémoire visuelle, qui sont des étapes essentielles en ce qu'elles déterminent les réponses d'inclusion, dépendent eux-mêmes du type d'attention porté aux objets. Deux types d'attention, qui correspondent à deux niveaux de développement, sont définis :

1) Soit l'objet est considéré globalement, sans que les propriétés de l'objet (forme, couleur, etc.) soient détachées de celui-ci ; ce type d'attention est à caractère global ("*global attentional grain*") ;

2) Soit l'objet est considéré comme le lieu d'actualisation d'un ensemble de propriétés qui peuvent être envisagées les uns indépendamment des autres. Les propriétés étant alors détachées de l'objet, le type d'attention est à caractère "dimensionnel" ("*dimensional attentional grain*").

Lorsque l'objet est considéré globalement, la situation d'inclusion donne lieu à une inspection unique de la série d'objets qui ne retient qu'une seule des qualités rencontrées comme indice de l'objet global et qui épuise, en un seul balayage de la série, l'information liée à cette série. Par contre, lorsque les propriétés sont détachées des objets, chaque propriété à considérer déclenche une inspection de la série d'objets. Ces deux niveaux d'attention sont utilisés par Klahr et Wallace pour expliquer l'échec et la réussite à la quantification de l'inclusion.

Le modèle d'échec à la quantification de l'inclusion est présenté dans le tableau 4a. Ce modèle, qui correspond à un premier niveau de développement, fonctionne de la façon suivante.

Soit la présentation d'un ensemble de trois objets comprenant deux carrés rouges et un rond rouge et la question classique d'inclusion : "Y a-t-il plus d'objets rouges ou plus de carrés ?" (ou "Y a-t-il plus de carrés ou plus d'objets rouges ?"). Avant toute quantification, les codages suivants sont effectués :

1) A l'énoncé de la question, un codage verbal déterminé par l'attention globale produit deux objets-cibles : les carrés non rouges (AB) et les rouges non carrés (BA). En effet, puisque les objets sont étiquetés en fonction d'un seul indice, seuls les objets n'ayant pas été étiquetés "carrés" seront étiquetés "rouges".

2) Un codage "iconique" correspond à l'enregistrement des propriétés de chaque objet présent.

3) Un codage en mémoire visuelle à court terme, dépendant du codage verbal, prend en compte les objets non dissociés de leurs propriétés.

Les objets-cibles déterminent les quantifications que le sujet doit effectuer. Une première quantification porte sur les rouges non carrés, ce que l'enfant peut effectuer sans difficulté. Une seconde quantification est tentée sur les carrés non rouges. Dans l'impossibilité de trouver des carrés non rouges, l'enfant se reporte aux carrés. L'inclusion est devenue une comparaison des carrés et des rouges non carrés.

TABLEAU 4a
Modèle d'échec à la quantification de l'inclusion
 selon Klahr et Wallace (1976)

Question : "Y a-t-il plus de rouges ou plus de carrés ?"	
Input initial	(PLUS) (ROUGE) (CARRE)
Encodage verbal	(ROUGE NON-CARRE) (CARRE NON-ROUGE)
Encodage iconique des stimuli	(OB ROUGE CARRE) (OB ROUGE CARRE) (OB ROUGE TRIANGLE)
Encodage en VSTM	(OB ROUGE CARRE) (OB ROUGE CARRE) (OB ROUGE NON-CARRE)
Première quantification	cible : (ROUGE NON-CARRE) trouver 1, produire QS
Seconde quantification	cible : (CARRE NON-ROUGE) échec, se reporter à (CARRE) trouver 2, produire QS
Résultat	ROUGES = 1 CARRES = 2

Question : "Y a-t-il plus de carrés ou plus de rouges ?"	
Input initial	(PLUS) (CARRE) (ROUGE)
Encodage verbal	(CARRE NON-ROUGE) (ROUGE NON-CARRE)
Encodage iconique des stimuli	(OB ROUGE CARRE) (OB ROUGE CARRE) (OB ROUGE TRIANGLE)
Encodage en VSTM	(OB ROUGE CARRE) (OB ROUGE CARRE) (OB ROUGE NON-CARRE)
Première quantification	cible : (CARRE NON-ROUGE) échec, se reporter à (CARRE) trouver 2, produire QS
Seconde quantification	cible : (ROUGE NON-CARRE) trouver 1, produire QS
Résultat	CARRES = 2 ROUGES = 1

NB produire QS = produire un symbole quantitatif

Le modèle de réussite à la quantification de l'inclusion, qui correspond au niveau d'attention dimensionnelle, est présenté dans le tableau 4b. Il fonctionne de la façon suivante.

A partir du même ensemble d'objets et de la même question d'inclusion, les codages suivants sont effectués :

1) Un codage verbal produit deux objets-cibles qui renvoient aux propriétés des objets, pertinentes par rapport au problème d'inclusion.

TABLEAU 4b
Modèle de réussite à la quantification de l'inclusion
 selon Klahr et Wallace (1976)

Question : "Y a-t-il plus de rouges ou plus de carrés ?"	
Input initial	(PLUS) (ROUGE) (CARRE)
Encodage verbal	(ROUGE) (CARRE)
Encodage iconique des stimuli	(OB ROUGE CARRE) (OB ROUGE CARRE) (OB ROUGE TRIANGLE)
Encodage en VSTM	(OB ROUGE) (OB CARRE) (OB ROUGE) (OB CARRE) ((OB ROUGE) (OB TRIANGLE))
Première quantification	cible : (ROUGE) trouver 3, produire QS
Seconde quantification	cible : (CARRE) trouver 2, produire QS
Résultat	ROUGES = 3 CARRES = 2

NB : produire QS = produire un symbole quantitatif.

Les codages et les étapes de quantification ne sont pas affectés par l'ordre de présentation des termes "carrés" et "rouges".

2) Un codage "iconique" correspond, comme précédemment, à l'enregistrement des propriétés de chaque objet présent.

3) Un codage en mémoire visuelle à court terme prend en considération non plus les objets eux-mêmes mais les propriétés pertinentes.

Les objets-cibles déterminent les quantifications. Une première quantification porte sur les objets rouges. Une seconde quantification porte sur les objets carrés. L'enfant peut ainsi fournir une réponse correcte aux items d'inclusion.

A l'issue de la présentation de ce modèle, il semble que le point crucial de l'analyse de la tâche concerne les objets-cibles produits par le codage verbal. En cas d'échec, l'enfant traiterait les carrés non rouges ($A\bar{B}$) et les rouges non carrés ($B\bar{A}$). Si, selon les auteurs, les cibles logiques $A\bar{B}$ et $B\bar{A}$ sont psychologiquement équivalentes, cette assertion reste pour le moins à démontrer. Ce n'est qu'après la mise en évidence d'un tel fonctionnement psychologique que le modèle acquerrait une valeur explicative. Il est alors d'autant plus regrettable qu'aucun résultat expérimental n'était ce modèle. Klahr et Wallace ne semblent pas en effet avoir procédé à une validation de leur hypothèse.

En dernier lieu, si la production d'une réponse correcte est subordonnée à une procédure de disjonction des classe et sous-classe et à la mise en œuvre d'une stratégie de comptage, les auteurs ne remettent pas en cause pour autant le statut logique des réussites.

C – Le modèle de Trabasso et al. (1978)

Selon Trabasso *et al.*, la quantification de l'inclusion peut être résolue sans la réversibilité opératoire qui est la clef de la réussite dans la perspective piagétienne. Les modèles de Wilkinson et de Klahr et Wallace ne semblent pas plus satisfaisants à Trabasso *et al.*, puisqu'ils posent leur modèle comme une alternative à ceux exposés précédemment.

Selon Trabasso *et al.*, la comparaison d'une classe et d'une sous-classe disjointes devrait être de même difficulté que la comparaison d'une classe et d'une sous-classe en rapport d'emboîtement, car la difficulté de ces deux problèmes résiderait dans l'identification de la classe.

L'expérience princeps consiste à présenter simultanément deux collections. On dispose ainsi devant l'enfant une collection d'animaux (classe A) comprenant 6 chiens et 2 chats (respectivement sous-classes A1 et A2) et une collection de fruits (classe B) comprenant 4 pommes et 4 oranges (respectivement sous-classes B1 et B2). Soit :

$$A = A1 + A2, A1 > A2$$

$$B = B1 + B2, B1 = B2$$

Deux questions sont posées :

1) "Y a-t-il plus de chiens ou plus d'animaux ?" Il s'agit d'un problème d'inclusion : on demande de comparer la classe A et la sous-classe A1 ; le problème est symbolisé sous la forme A1A.

2) "Y a-t-il plus de chiens ou plus de fruits ?" Il s'agit d'une comparaison de collections disjointes : on demande de comparer la classe B et la sous-classe A1 ; le problème est symbolisé sous la forme A1B.

Les pourcentages de réussites d'un échantillon de 72 enfants âgés de 5, 7 et 9 ans sont donnés dans le tableau 5.

TABLEAU 5
Pourcentages de réussites obtenus aux problèmes
A1A et A1B à chaque âge
(Trabasso *et al.*, 1978)

Items Age	Expérience 1		Expérience 2	
	A1A	A1B	A1A	A1B
5	33	35	35	29
7	52	58	52	54
9	66	71	71	67

NB : Deux expériences similaires ont été réalisées, qui sont décrites en détail dans Isen *et al.* (1975).

Ces résultats font apparaître clairement que les comparaisons de collections disjointes sont de même difficulté que les problèmes d'inclusion. Selon Trabasso *et al.*, la difficulté résiderait alors, dans les deux cas, dans l'identification des collections à comparer. En cas d'échec, l'enfant comparerait des sous-classes. Le modèle de Trabasso *et al.* est présenté dans le tableau 6. Il est à remarquer que l'échec à l'inclusion repose sur la comparaison de sous-classes complémentaires tandis que la réussite repose sur le traitement de classes disjointes.

TABLEAU 6
Présentation du modèle de Trabasso et al. (1978)

Analyse de la tâche correspondant à une réussite au problème classique d'inclusion	
1.	Représentation de l'arrangement matériel
2.	Interprétation de la question (comparer deux quantités)
3.	Trouver un référent pour A1
4.	Quantifier A1 comme Q (A1)
5.	Trouver un référent pour A
6.	Quantifier A comme Q (A)
7.	Comparer les quantités résultantes
8.	Répondre avec un ensemble de règles de décision : si $Q(A) > Q(A1)$, répondre A si $Q(A1) > Q(A)$, répondre A1 si $Q(A1) = Q(A)$, répondre "pareil"

Analyse de la tâche correspondant à un échec au problème de comparaison de collections disjointes ou d'inclusion classique	
1.	Représentation de l'arrangement : A1, A2, B1, B2/ ou A1, A2
2.	Interprétation de la question (comparer deux quantités : A1 et B/ ou A1 et A)
3.	Identifier A1
4.	Quantifier A1 comme Q (A1)
5.	Identifier B comme B1 ou B2 / ou A comme A2
6.	Quantifier B comme Q (B1) ou Q (B2) / ou A comme Q (A2)
7.	Comparer Q (A1) et Q (B1) ou Q (B2) / ou Q (A1) et Q (A2)
8.	Répondre avec un ensemble de règles de décision : si $Q(A1) > Q(B1)$ ou $Q(B2)$ / ou $Q(A1) > Q(A2)$, répondre A1, etc.

NB : On rappelle que les classes sont symbolisées de la façon suivante : $A = A1 + A2$
 $B = B1 + B2$

A1A est un problème d'inclusion et A1B est un problème de comparaison de classes disjointes.

Si les résultats que nous venons d'exposer sont compatibles avec ce modèle, les résultats d'une expérience mentionnée dans le même article (1978) sont moins satisfaisants à cet égard. Il s'agit d'une expérience qui porte sur 40 enfants âgés de 7;5 à 9;4 ans. On interroge chaque enfant sur plusieurs comparaisons A1B et on compare les pourcentages de réussites lorsque les rapports quantitatifs entre

sous-classes varient. La classe A est invariablement composée d'une sous-classe A1 comprenant cinq éléments et d'une sous-classe A2 comprenant trois éléments. La classe B est composée de deux sous-classes B1 et B2 dont l'extension peut varier. Les rapports quantitatifs des sous-classes B1 et B2 sont les suivants : 4/4, 6/2, 6/6. Dans la mesure où aucune justification n'est demandée à l'enfant et en fonction même du modèle de Trabasso selon lequel l'enfant identifie B à l'une de ses sous-classes B1 ou B2, les pourcentages de réussites à A1B varient en fonction de l'extension des collections. Trois cas se présentent :

1) Lorsque les extensions des collections sont A (5/3) et B (4/4). Supposons que $n\%$ d'enfants, dans un groupe donné, sachent correctement effectuer la comparaison A1B ; ils donnent la réponse correcte "B". Il reste $(100 - n)\%$ d'enfants qui identifient B à l'une de ses sous-classes B1 ou B2. Comme l'extension de A1 est plus grande que celle de B1 et B2, ces enfants vont toujours donner une réponse fautive A1. Au total, le pourcentage d'enfants qui donnent une réponse "B" est de $n\%$.

2) Lorsque les extensions des collections sont A (5/3) et B (6/2). Il y a toujours $n\%$ d'enfants qui identifient correctement B et donnent une réponse correcte. Parmi les $(100 - n)\%$ qui identifient B à l'une des sous-classes, la moitié identifie B à B1 et donne une réponse "B" apparemment juste puisque l'extension de B1 est plus grande que celle de A1. Par contre, l'autre moitié qui identifie B à B2 donne une réponse fautive puisque l'extension de B2 est inférieure à celle de A1. Au total, le pourcentage d'enfants qui donnent une réponse B est de :

$$n\% + \frac{(100 - n)\%}{2}$$

3) Lorsque les extensions des collections sont A (5/3) et B (6/6), il y a toujours $n\%$ d'enfants qui identifient correctement B. Pour les $(100 - n)\%$ d'enfants restants, l'identification de B à l'une ou l'autre des sous-classes les conduit à donner dans tous les cas une réponse "B" apparemment juste puisque les extensions de B1 et B2 sont supérieures à celle de A1. Au total, le pourcentage d'enfants qui donnent une réponse "B" est de $n\% + (100 - n)\% = 100\%$.

Les pourcentages de réussites en fonction de la variation des extensions des collections sont donnés dans le tableau 7.

TABLEAU 7
Pourcentages de réussites à A1B en fonction des rapports quantitatifs entre sous-classes

A	B	% réussites	Predictions de réussites
5/3	4/4	80	n (80 %)
5/3	6/2	85	$n\% + \frac{(100 - n)\%}{2}$ (90 %)
5/3	6/6	100	100 % (100 %)

NB : Nous indiquons les prédictions de réussites que nous avons calculées précédemment.

Selon Trabasso *et al.*, le constat de l'amélioration significative des performances valide son modèle.

Ces résultats sont toutefois quelque peu surprenants. Tout d'abord, on peut s'étonner du pourcentage de réussite élevé obtenu pour A1B dans la première situation puisque celle-ci correspond à une situation aussi difficile que l'inclusion. Or les pourcentages de réussites étaient nettement moins élevés dans les expériences précédentes (cf. tableau 5). En outre, même si l'on accepte les 80 % comme étant les n % d'enfants qui identifient correctement B, le pourcentage de réussites dans la seconde situation devrait être de 90 %. Or le pourcentage observé est inférieur à ce chiffre. Que signifie alors l'accroissement significatif des performances que soulignent Trabasso *et al.* ?

En conclusion, si ce modèle fonctionne, il remet en cause les modèles précédents. Toutefois il semblerait qu'il ne puisse rendre compte de tous les résultats exposés par Trabasso *et al.* On peut regretter, en outre, que les auteurs n'aient pas étudié les réussites à des comparaisons de classes AB (par exemple : "Y a-t-il plus de fruits ou plus d'animaux ?") pour lesquelles il est possible d'établir très précisément des prédictions de réussites (7). Enfin il faut rappeler que Trabasso *et al.* ne demandent jamais aux enfants de justifier leur réponse, ce qui n'est pas sans affaiblir leur démonstration dans la mesure où ces auteurs mettent en cause la réversibilité opératoire qui n'est en jeu, selon Piaget, que lorsque la réponse est justifiée.

D – Bilan de l'apport des modèles fonctionnels

Les modèles de Wilkinson, Klahr et Wallace et Trabasso *et al.* ont en commun l'intérêt porté au fonctionnement du sujet. Cette approche fonctionnelle, issue d'un courant cognitiviste anglo-saxon, s'est développée et n'a pas été sans influencer l'école genevoise elle-même. Récemment, par exemple, Inhelder *et al.* (1980) se proposaient de "construire des modèles fonctionnels applicables au sujet en action" (p. 645).

L'apport plus spécifique des modèles réside toutefois dans l'effort d'analyse de la tâche qui est tenté. Une telle démarche pourrait effectivement permettre de préciser les divers traitements que le sujet effectue et, éventuellement, déterminer les stratégies de résolution utilisables par l'enfant.

Ces modèles fournissent, en outre, une perspective d'analyse nouvelle des données piagétienne difficilement intégrables à la théorie opératoire. Il est clair,

(7) Isen, Trabasso *et al.* (1975) semblent avoir interrogé l'enfant sur ce type de comparaison. Ultérieurement, Trabasso *et al.* (1978) ne font jamais mention d'une telle comparaison.

en effet, que la réussite au problème d'inclusion est subordonnée, aussi bien pour Wilkinson que pour Klahr et Wallace, Trabasso *et al.*, à la considération de classes et sous-classes disjointes. Le problème d'inclusion ne serait qu'un problème de traitement de collections disjointes. Il aurait dû s'ensuivre une remise en cause du statut logique de ces réponses qui n'a pourtant, en général, pas été observée chez les cognitivistes anglo-saxons, excepté chez Trabasso *et al.*

A cela, il faut ajouter que l'effort d'analyse du problème d'inclusion reste ponctuel et limité à la présentation d'une stratégie d'échec et d'une stratégie de réussite. Une telle perspective peut paraître quelque peu réductrice si l'on se réfère à la variabilité des réussites observée tant en fonction de l'âge qu'en fonction des situations expérimentales qui fait pressentir la nécessité d'une analyse beaucoup plus fine des performances et de leur évolution.

Il nous semble que ce n'est qu'en intégrant une dimension génétique et différentielle qu'une telle approche pourrait réellement être fructueuse. Mais les difficultés innombrables qui font obstacle à une entreprise de ce type peuvent expliquer qu'il n'y ait, à l'heure actuelle, aucune tentative menée dans ce sens.

III. — Inclusion et collections

Un courant de recherches récent tend à accorder la plus grande importance à la variation des performances en tant qu'indice des processus différenciés que l'enfant pourrait mettre en œuvre à différents moments du développement. Gréco (1980) souligne qu'il ne suffit pas d'observer que l'âge d'acquisition d'une notion peut varier de 7 à 11-12 ans ni de se contenter d'évoquer tel ou tel groupement logico-mathématique ; il faut "questionner la notion et, outre les invariants, tenter d'analyser les mécanismes variés, de nature probablement diverse et pas toujours compatibles entre eux" qui interviennent dans la performance produite (p. 634). Dans le domaine qui nous intéresse, le "questionnement" de la notion d'inclusion semble avoir promu la notion de collections. Si ce terme est d'emploi récent (8), il a pourtant d'ores et déjà des significations différentes selon les auteurs qui s'y réfèrent.

Nous nous proposons d'exposer les travaux et les analyses qui s'attachent à la notion de collection et à ses rapports avec la quantification de l'inclusion.

(8) Exception faite de son emploi pour désigner des types de classification : collections figurales, non figurales (Piaget, Inhelder, 1959).

A – Les travaux de Markman (1973), Markman et Seibert (1976)

Markman semble avoir été la première à s'intéresser aux "collections". Selon l'auteur, l'enfant serait confronté précocement aux arrangements collectifs d'éléments rassemblés en fonction de relations de proximité spatiale, de familiarité, d'usage. Par rapport à ces arrangements collectifs ou "collections", un élément de l'ensemble est dans une relation d'appartenance partitive, contrairement à l'élément d'une classe qui est, par rapport à celle-ci, dans une relation d'appartenance inclusive. Ces "collections" auraient, selon Markman, une plus grande cohésion et cohérence que n'en ont les classes, pour lesquelles la totalité formée est abstraite, et faciliteraient ainsi les comparaisons tout-partie.

Une première expérience est réalisée par Markman (1973). Elle porte sur 40 enfants de 7;1 ans répartis également en un groupe expérimental et un groupe contrôle. Dans le groupe expérimental la classe emboîtante est définie en terme de "famille". Ce référent collectif est également utilisé dans la question d'inclusion. Quatre items sont proposés : on présente séparément des familles de chiens, de lapins, de grenouilles et de perruches. Par exemple, l'item "famille de chiens" est présenté de la façon suivante : deux images de grands chiens et quatre images de petits chiens sont disposées devant l'enfant. L'expérimentateur décrit l'ensemble : "Voilà une famille de chiens ; voici le père, voici la mère et voici les bébés chiens (l'expérimentateur montre à chaque fois les images adéquates). Voici toute la famille de chiens (l'expérimentateur montre l'ensemble). Qui aurait le plus d'animaux (9), celui qui aurait la famille de chiens ou celui qui aurait les bébés chiens ?"

Dans le groupe contrôle, la présentation des items est identique à celle du groupe expérimental. Seule diffère la question d'inclusion : dans ce cas, le terme "famille" n'est pas mentionné. La question d'inclusion est posée de la façon suivante : "Qui aurait le plus d'animaux, celui qui aurait les chiens ou celui qui aurait les bébés chiens ?"

Les résultats indiquent que les 20 enfants du groupe contrôle échouent aux quatre items d'inclusion tandis que 11 des 20 enfants du groupe expérimental réussissent l'ensemble des items.

L'expérience est reprise par Markman et Seibert (1976) afin de confirmer la moins grande difficulté des items "collections" comparés aux items "classes". On propose quatre items "classes" et quatre items "collections" à cinquante enfants de grade un et de maternelle ayant échoué à l'un au moins des deux items d'inclusion classique du pré-test. Les items "collections" sont les mêmes pour tous les

(9) Le terme anglais est "pets".

sujets et la procédure est identique à celle décrite précédemment. Seul varie d'un item à un autre le référent collectif (10).

Les items "classes" sont, par contre, présentés de deux façons différentes : pour la moitié des sujets, la présentation des problèmes de classes est identique à celle des problèmes de collections. Pour l'autre moitié, il n'est jamais fait mention d'un terme collectif. La question d'inclusion est la même dans les deux groupes.

Le critère de réussite est une réponse correcte justifiée. La moins grande difficulté des items "collections" est confirmée. Par contre, il n'y a pas de différence significative, pour les items "classes", en fonction des termes de classes ou de collections employés dans la présentation des items. Les résultats sont donnés dans les tableaux 8a et 8b.

TABLEAU 8a
*Nombre moyen de réussites aux items "classes" selon les deux
conditions de présentation et selon l'âge*
(Markman et Seibert, 1976)

Niveau	Présentation	Classes	Collections
Maternelle		1.15	1.46
1 ^{er} grade		2.00	2.78

NB : Le score maximum est de 4

TABLEAU 8b
*Nombre moyen de réussites selon le type d'items
(classes ou collections)
et selon l'âge*
(Markman et Seibert, 1976)

Niveau	Comparaison	Classes	Collections
Maternelle		1.31	2.27
1 ^{er} grade		2.33	3.33

NB : Le score maximum est de 4

Une seconde expérience (Markman et Seibert, 1976) montre que la supériorité des items "collections" sur les items "classes" persiste lorsque, dans les items "classes", le terme désignant la classe est un nom singulier (par exemple : nourriture, monnaie). Ce résultat est toutefois de portée limitée dans la mesure où les matériels ne sont pas les mêmes dans l'une et l'autre conditions.

(10) Les quatre référents collectifs sont les suivants : famille de grenouilles, grappe de raisins, classe d'enfants et pile de blocs.

L'auteur montre également que la conservation du nombre est mieux réussie dans le cas de "collections" que dans le cas de "classes" (Markman, 1979).

Si intéressants que soient ces résultats, ils suscitent une remarque quant au choix des référents collectifs qui ne semblent pas homogènes. Certains termes semblent favoriser surtout la représentation d'un ensemble vaste plus ou moins indéterminé. Tel est le cas des référents "armée", "forêt". Des référents, tels que "famille", "équipe de football", semblent au contraire renvoyer à des collections possédant un nombre fini et restreint d'éléments pour lesquelles l'organisation interne, la cohérence joueraient un rôle plus important que dans le cas des termes "armée", "forêt".

En l'état actuel des recherches, il n'est guère possible d'éclairer ce débat dans la mesure où la signification que revêtent les référents collectifs, pour les enfants, n'a pas été étudiée. L'expérience de Dean, Chabaud, Bridges (1981) ne nous semble pas prouver que les référents collectifs détermineraient la représentation d'une totalité de grande extension.

B – Les travaux de Carbonnel (1978), Carbonnel et Longeot (1979)

En s'appuyant sur les travaux d'un logicien polonais, Lesniewski – dont on trouve un exposé en français dans les écrits de Grize (1972), Lecomte (1972), Rouault (1971) – Carbonnel distingue deux types de classification : les classifications ensemblistes et les classifications collectives. La classe collective est définie comme une totalité formée à partir de la relation transitive "être ingrédient de". Par exemple le "chemin de fer" constitue une classe collective réunissant les rails, les locomotives, les wagons, la gare. Les classes collectives correspondraient ainsi aux relations que le sujet entretient avec les objets réels dans les situations naturelles (Carbonnel et Longeot, 1979). Par opposition, la classe ensembliste correspond à une classification logique ou non figurale.

Selon Carbonnel, les classes collectives constitueraient un mode de classement original ; plus précisément elles constitueraient un palier de développement distinct des collections figurales qui le précèderaient et des collections non figurales qui surviendraient ultérieurement.

En outre les classes collectives persisteraient malgré l'apparition des classes ensemblistes. La coexistence de ces deux types de classement pourrait être à l'origine de conflit, les classes collectives interférant alors avec les exigences et les règles de la logique ensembliste, dans certaines situations naturelles. L'expérience à laquelle sont soumis 319 enfants âgés de 10 à 16 ans environ (Carbonnel et Longeot, 1979) a pour but de mettre en évidence ce conflit et de montrer plus particulièrement que, dans des situations naturelles, l'enfant distinguerait mal la

relation d'inclusion, qui relève de la logique des classes, de la relation d'appartenance qui relève d'une "logique de l'objet concret". Deux des problèmes sélectionnés par Carbonnel et Longeot sont présentés dans le tableau 9. On indique les pourcentages de réussites observés à chaque problème et selon l'âge.

TABLEAU 9
*Pourcentages de réussites obtenus par Carbonnel et Longeot (1979)
dans l'étude de la relation d'inclusion et d'appartenance*

Formulation du problème et questions posées	Pourcentages de réussites à la question n° 3
G est l'ensemble des gens habitant en France H est l'ensemble des gens habitant en France et nés à Paris P est l'ensemble des gens habitant Paris V = {Paris, Brest, Marseille} M. Martin habite Paris Questions 1. M. Martin est-il élément de l'ensemble G ? 2. M. Martin est-il élément de l'ensemble H ? 3. M. Martin est-il élément de l'ensemble V ?	6^e (n = 129) 23 % 5^e (n = 56) 50 % 4^e (n = 49) 37 % 3^e (n = 55) 65 % 2^eA(n = 30) 65 %
A. est l'ensemble des gens nés au XX^e siècle B. est l'ensemble des gens blonds nés au XX^e siècle C. est l'ensemble des gens nés en 1948 D = {1960, 1980, 1948} Jacques est né en 1948 Questions 1. Jacques est-il élément de l'ensemble A ? 2. Jacques est-il élément de l'ensemble B ? 3. Jacques est-il élément de l'ensemble D ?	6^e (n = 129) 15 % 5^e (n = 56) 35,5 % 4^e (n = 49) 22 % 3^e (n = 55) 51 % 2^eA(n = 30) 43 %

NB : Les échecs observés à la question 3 consistent à considérer que :

* M. Martin est élément de V

* Jacques est élément de D

Les résultats indiquent que, jusqu'à l'âge de 15-16 ans environ (élèves de 2^e), un nombre important d'enfants échouent à la question n° 3. Les mêmes résultats ont été obtenus par Levasseur et Pelnard-Considère (1975) : dans le cadre d'une étude ayant porté sur 1092 enfants de classe de 6^e (a.m. 12 ; 7 ans), le taux de réussite à des problèmes analogues à ceux de Carbonnel et Longeot est de 23 %. Selon Carbonnel et Longeot, c'est parce que les sujets se réfèrent spontanément à des classes collectives qu'ils échouent.

On peut noter, chez Carbonnel, un souci de formalisation, de "logicisation" des classes collectives : mention de classes, même si elles sont collectives, énoncé

de postulats et de théorèmes définissant une “logique de l’objet concret”. Cette volonté de “logifier” un comportement “empirique” n’est pas sans poser problème.

L’analyse de Carbonnel repose sur l’observation selon laquelle la réalisation de classes collectives précède la réussite à l’inclusion. Or, la procédure expérimentale suscite quelques critiques. Tout d’abord, la quantification de l’inclusion et les classifications sont évaluées à partir de matériels différents. Cette remarque prend tout son sens si l’on mentionne que le matériel choisi pour tester l’inclusion est un ensemble d’animaux. Or, les travaux piagétien ont montré que l’inclusion des animaux n’est réussie que tardivement. En outre, la quantification de l’inclusion n’est évaluée qu’au moyen d’un seul item classique.

La reprise — avec quelques modifications qui tiennent compte des remarques précédentes — de cette expérience par Bideaud et Josse (1984) ne confirme pas l’antériorité des classes collectives sur les classes ensemblistes. En outre, les réussites à l’inclusion apparaissent indépendantes des types de classement réalisés (collectifs ou ensemblistes) chez des enfants âgés de 7 à 11 ans. Le rôle de la consigne et du type de matériel pourrait en partie rendre compte des résultats obtenus dans l’une et l’autre recherches.

De ce fait, la réalisation de classes collectives ou de classes ensemblistes semble dépendre davantage des caractéristiques de la situation expérimentale (consigne, matériel, etc.) que d’un niveau de développement. Les recherches que nous allons présenter maintenant montrent que le problème d’inclusion serait, jusqu’à l’âge de 11 ans, un problème de comparaison de collections disjointes. Si la réussite à l’inclusion n’est pas “logique”, les classifications ensemblistes ne le sont pas plus et il apparaît alors difficile de considérer les classes collectives moins “logiques” que les classes ensemblistes.

C – L’inclusion : un problème de collections

Contrairement aux recherches exposées précédemment, celles de Markman (1978) et de Voelin (1976) indiquent que la réponse correcte et justifiée au problème classique d’inclusion serait fonction d’une représentation liée aux données de l’expérience.

1. Les expériences de Markman (1978)

Une première expérience est réalisée sur 60 enfants (12 par niveau d’âge) de 7;2, 8;2, 9;3, 10;2 et 11;4 ans incluant selon les critères piagétien. Le critère de sélection au pré-test est de trois réponses correctes et justifiées sur les cinq

questions classiques d'inclusion. Après le pré-test les enfants répondent à douze items :

Quatre items "écran" : on présente par exemple 4 canapés et 2 fauteuils (classe de meubles). L'enfant doit d'abord réussir la question classique d'inclusion qui lui est posée sur ce matériel. L'expérimentateur place ensuite un écran entre les objets et l'enfant et informe celui-ci qu'il enlève quelques meubles. On demande : "Sans savoir ce que j'enlève, peux-tu me dire s'il reste plus de meubles ou plus de canapés ?"

Quatre items "modification" : on présente par exemple 4 cuillères et 2 fourchettes (classe des couverts). Lorsque l'enfant a réussi la question classique d'inclusion, on lui demande s'il serait possible de faire quelque chose pour avoir plus de cuillères que de couverts. Si oui, comment ? Sinon, pourquoi ?

Quatre items "nouveau" : on donne à une sous-classe un nom inconnu de l'enfant. Par exemple on dit à l'enfant qu'il existe une fleur très commune qui s'appelle un "hif" et que tous les "hifs" sont des fleurs. On demande ensuite s'il y a plus de fleurs ou plus de "hifs".

A chaque fois l'enfant doit justifier sa réponse. Les moyennes obtenues pour chaque type d'item et à chaque âge sont données dans le tableau 10.

Il faut mentionner que les réponses du type : "On ne peut pas savoir s'il y a plus de . . . (par exemple) canapés ou plus de meubles parce que les canapés sont des meubles" ont été assimilées à des réponses correctes.

On observe un effet de l'âge et du type d'item sans interaction entre ces deux variables. Il apparaît clairement que les réponses correctes d'enfants incluant ne sont pas généralisées à des situations d'inclusion où le support perceptif vient à manquer. Si à tout âge les items "écran" sont les plus difficiles, la difficulté relative des items "modification" et "nouveau" varie selon l'âge.

TABLEAU 10

*Moyennes obtenues selon l'âge aux items "écran", "modification"
et "nouveau"*
(Markman, 1978)

Age \ Items	Ecran	Modification	Nouveau
7 ; 2 (n = 12)	1,58	1,83	1,83
8 ; 2 (n = 12)	1,75	2,08	2,33
9 ; 3 (n = 12)	1,25	3,00	2,58
10 ; 2 (n = 12)	2,25	3,67	2,75
11 ; 4 (n = 12)	3,00	3,50	3,67
Total (n = 60)	1,96	2,81	2,63

NB : Le score maximum est de 4

Une seconde expérience est réalisée sur 120 enfants de 6 ; 9, 7 ; 8, 9 ; 0, 10 ; 0 et 11 ; 0 ans sélectionnés à partir d'un pré-test identique à celui de la première expérience.

Huit items sont proposés à chaque enfant : quatre items "nouveau" et quatre items "écran". Chaque réponse doit être justifiée. Les enfants sont répartis également en 2 groupes : pour un groupe, les totalités renvoient à des collections ; pour l'autre groupe, les totalités renvoient à des classes. La procédure est identique à celle décrite précédemment, à l'exception de la question posée ainsi : "Qui aurait le plus de bois, celui qui couperait . . . les arbres (item "classe") ?" . . . la forêt (item "collection") ?"

Les résultats sont donnés dans le tableau 11.

TABLEAU 11
Moyennes obtenues aux différents items selon l'âge et les conditions expérimentales
(Markman, 1978)

Age \ Condition Item	Condition "classes"		Condition "collections"	
	Ecran	Nouveauté	Ecran	Nouveauté
6 ; 9 (n = 24)	1,83	1,42	2,42	3,17
7 ; 8 (n = 24)	1,75	2,58	1,83	3,33
9 ; 0 (n = 24)	1,75	2,92	2,67	3,83
10 ; 0 (n = 24)	2,58	2,67	2,83	3,75
11 ; 0 (n = 24)	1,83	3,17	2,50	3,50
Total (n = 120)	1,95	2,55	2,45	3,52

NB : Le score maximum est de 4

Les performances varient en fonction de la condition (classe ou collection) : les items "écran" et "nouveau" sont mieux réussis dans la condition "collection" que dans la condition "classe". Dans l'une et l'autre conditions, les items "écran" sont plus difficiles que les items "nouveau".

Ces différents résultats montrent, selon Markman, que l'enfant apprécierait de façon rudimentaire une certaine nécessité logique pour les collections et non pour les classes.

On peut regretter que Markman n'ait pas clairement présenté les items "nouveau" et "écran" dans la dernière expérience. On peut se demander dans quelle mesure le terme désignant la "classe" n'est pas mentionné dans l'item "écran" de la condition "collection", ce qui constituerait un biais dans l'évaluation des performances.

On peut en outre se demander si l'opération de soustraction d'éléments (items "écran") a le même sens dans le cas des classes et dans le cas des collections.

Cette soustraction d'éléments peut, de plus, avoir un sens différent lorsque la collection est d'extension élevée (armée, forêt) ou lorsqu'elle est d'extension faible (équipe, famille).

Markman ne précise pas clairement le statut des réponses correctes dans la condition "collection". En fait il nous semble que, si le référent collectif est un puissant facteur de cohésion de la totalité, la représentation de la supériorité de la totalité ainsi suscitée pourrait être généralisée à des situations plus complexes sans qu'un raisonnement logique soit mis en jeu.

2. Les expériences de Voelin (1976)

L'analyse de Voelin va dans le même sens que celle de Markman. Voelin réalise une première expérience qui porte sur 38 enfants de 5 à 10 ans. A partir d'un matériel de rondelles en plastique échancrées, de différentes couleurs, quatre ou cinq questions d'inclusion sont posées :

1) "Si moi je prenais toutes les fleurs et si toi tu prenais toutes les fleurs jaunes, lequel des deux en aurait le plus ?"

2) "Y a-t-il plus de fleurs ou plus de fleurs jaunes ?"

3) L'expérimentateur prend, dans une boîte, une poignée de rondelles qu'il garde dans sa main fermée et demande : "Dans ma main tu penses qu'il y a plus de fleurs ou plus de fleurs jaunes ?"

4) "Dans le canton de Genève y a-t-il plus de fleurs ou plus de fleurs jaunes ?"

5) Si l'enfant répond correctement à la première question, on demande : "Est-ce qu'il y aurait un moyen pour faire qu'on ait, devant nous, plus de fleurs jaunes que de fleurs ?"

L'analyse des résultats se fait à partir de l'étude de la succession des réponses données par un sujet aux quatre ou cinq items. Cinq patrons de réponses sont distingués. On trouvera dans le tableau 12a les patrons de réponses et dans le tableau 12b la répartition de ceux-ci aux différents âges.

Tableau 12a
Patrons de réponses observés par Voelin (1976)

Patron A	1 - ou 1 + / 2 - / 2 - ... 2 -
Patron B	1 - ou 1 + / 2 - / 2 + / 3 - / 2 -
Patron C	1 - ou 1 + / 2 X / 2 X ... 2 X
Patron D	1 + / 2 + / 3 - / 4 -
Patron E	1 + / 2 + / 3 + / 4 - / 3 + / 4 - ou 4 +

Légende : les chiffres 1, 2, 3, 4, 5 renvoient aux questions d'inclusion présentées p. 39.

Le signe + indique une réussite

Le signe - indique un échec

Le signe x indique une réponse "intermédiaire" (réponse fausse avec justification exacte).

TABLEAU 12 b
Répartition de l'effectif
en fonction des patrons de réponses (Voelin, 1976)

Age \ Patrons	A	B	C	D	E
5 - 6 (n = 6)	3	1	—	2	—
6 - 7 (n = 10)	1	5	1	1	2
7 - 8 (n = 9)	5	—	1	3	—
8 - 9 (n = 8)	—	—	1	2	5
9 - 10 (n = 5)	—	—	1	2	2
Total (n = 38)	9	6	4	10	9

L'expérience 2 qui porte sur 45 enfants âgés de 5 à 12 ans a pour but l'étude du patron constitué de réponses qualifiées par Piaget d'aberrantes. Il s'agit des réponses fausses assorties d'une justification exacte du type : "On ne peut pas savoir s'il y a plus de fleurs ou plus de fleurs jaunes parce que les fleurs jaunes sont des fleurs". Ces réponses représentent 24 % de l'ensemble des réponses et si elles sont observées dès l'âge de 5 ans, elles sont en nombre important surtout vers 10-11 ans.

La répartition des patrons de réponses selon l'âge conduit Voelin à distinguer différentes techniques de représentation du problème d'inclusion : dans un premier temps, l'enfant compare des collections matériellement disjointes. L'enfant peut éventuellement réussir des items de disjonction temporelle qui favoriseraient la représentation du résultat de deux actions successives. Par la suite l'enfant va réussir l'inclusion en fixant deux images spatiales disjointes aux dimensions inégales représentant les contours des deux collections. Enfin, après une centration sur les contours, l'enfant revient au contenu des collections mais se refuse alors à disjoindre ce qui ne peut l'être matériellement : un système de représentation disjointe de la classe et de la sous-classe constituerait alors pour ces enfants une représentation fautive de la réalité. Par la suite l'enfant peut envisager la double appartenance d'un objet à deux collections et la représentation imagée n'est plus alors que le symbole de la situation d'inclusion.

L'apport incontestable de Voelin réside dans l'analyse très fine de l'évolution des performances et des niveaux de développement relatifs à l'inclusion. Il est toutefois dommage que la présentation des résultats et la faiblesse des effectifs en limitent la portée.

CONCLUSION

LES PERSPECTIVES NOUVELLES DE RECHERCHES

L'examen des travaux expérimentaux relatifs à l'inclusion conduit à considérer avec la plus grande attention la variation des performances en fonction de modifications parfois minimes des situations. La théorie opératoire, même si elle prend en compte des niveaux de développement, sous-estime cette variabilité des réponses du sujet et n'en rend pas compte de façon satisfaisante. Les modèles fonctionnels concurrents issus de l'approche traitement de l'information sont tout aussi déficients sur ce point puisqu'ils proposent l'analyse d'une unique stratégie de réussite.

Plus intéressants sont les travaux de Markman (1978) et ceux de Voelin (1976) qui, en utilisant la modification des situations expérimentales, proposent des interprétations nouvelles et cohérentes de l'acquisition de l'inclusion. La thèse présentée ici s'appuie sur deux de leurs résultats. D'une part, l'enfant admettrait plus facilement la supériorité quantitative de la classe sur la sous-classe lorsque des relations de proximité, d'usage, de familiarité permettent une représentation facile d'un tout cohérent, assimilé à la classe emboîtant. La facilitation proviendrait du fait que ces procédures expérimentales favorisent le traitement du problème d'inclusion en terme de collections. Le second résultat concerne la mise en cause du statut logique de la réponse correcte et justifiée obtenue à l'item classique d'inclusion. La résolution de l'inclusion pourrait n'être, dans un premier temps, qu'un traitement de collections disjointes. En effet, jusqu'à l'âge de 10-11 ans, l'enfant semble s'appuyer sur des indices empiriques tels que le comptage des éléments, la spatialisation des collections, etc., pour affirmer la supériorité de la classe emboîtant sur la classe emboîtée. Il apparaît alors difficile de conférer un statut logique à des réponses qui, loin de prendre en compte la nécessité logique de la relation d'inclusion, reposent au contraire sur un traitement empirique des données.

Il semble donc que l'enfant construise précocement des collections et qu'il devienne capable, petit à petit, de traiter des collections plus complexes. Cette notion de collections semble renvoyer à un mode de raisonnement privilégié — pour ne pas dire exclusif — dans les activités de comparaison de classes jusqu'à l'âge de 10-11 ans.

Nous nous proposons, en conséquence, d'utiliser la modification systématique des situations expérimentales pour tenter d'appréhender la construction de la notion de collection et ses différents niveaux de traitement au cours du développement, en envisageant la résolution du problème classique d'inclusion comme l'un des niveaux possibles de la constitution de la notion de collection.

Deux objectifs sont poursuivis qui délimitent les parties de l'ouvrage, chacune comprenant deux expériences.

Dans la première et la seconde expériences, on tente de déterminer les étapes qui peuvent conduire de la constitution et de la conservation d'une collection à la résolution du problème classique d'inclusion dont on pense qu'il est transformé par l'enfant en un problème de comparaison de collections.

Dans la troisième et la quatrième expériences, on tente de déterminer les étapes qui peuvent conduire de la résolution de l'inclusion classique à celle d'une inclusion plus "logique". On diversifiera les problèmes d'inclusion du point de vue des données empiriques disponibles, ce qui devrait permettre de dégager une hiérarchie des épreuves ainsi qu'une évolution des procédures de résolution du problème d'inclusion.

En conclusion, on verra comment nos résultats se situent par rapport à la théorie opératoire et dans quelle mesure ils sont compatibles avec les hypothèses proposées dans les études plus fonctionnelles de l'inclusion.

PREMIÈRE PARTIE
DES COLLECTIONS DISJOINTES
A LA RÉOLUTION
DU PROBLÈME DIT D'INCLUSION

CHAPITRE I

LES PROBLEMES DE CLASSES DISJOINTES

ETUDE DE LEUR RESOLUTION ENTRE 5 ET 7 ANS

Position du problème

L'échec à la quantification de l'inclusion résulte, selon Piaget, de l'absence de réversibilité opératoire. L'enfant échoue parce qu'il ne peut simultanément se représenter le tout et ses parties, ce qui prouve qu'il traite des collections et non des classes. Une réussite, au contraire, témoigne de la réversibilité opératoire et de la compréhension de l'emboîtement des classes.

Nous avons vu (cf. introduction) que Trabasso et al. (1978) remettent en cause cette interprétation. Selon ces auteurs, puisque les comparaisons de classes (1) disjointes ne sont pas moins difficiles que les comparaisons de classes incluses, les échecs, observés dans l'un et l'autre cas, traduiraient une incapacité à identifier correctement les classes et à les conserver. Il en résulterait une transformation du problème de comparaison de classes disjointes ou en rapport d'emboîtement en un problème de comparaison de sous-classes. C'est-à-dire que l'échec ou la réussite au problème d'inclusion ne dépendrait pas de la réversibilité des opérations (Trabasso *et al.*, 1978, p. 177) et que le problème d'inclusion ne serait en fait qu'un problème de collections disjointes.

Les travaux de Mc Garrigle *et al.* (1978), avec une procédure proche de celle de Trabasso *et al.*, mettent également en évidence les difficultés que rencontre l'enfant dans certaines comparaisons de classes disjointes.

Ces recherches sont intéressantes en ce qu'elles montrent que réussir des comparaisons de classes disjointes ne va pas de soi et qu'elles soulignent qu'un même type de stratégie pourrait être appliqué aux problèmes d'inclusion et aux comparaisons de classes disjointes. Une telle hypothèse va dans le sens de celle de Voelin (1976) et Markman (1978) selon laquelle le problème d'inclusion n'est

(1) On emploie le terme de classe au sens logique qu'il a pour l'expérimentateur sans préjuger de ce que les classes sont réellement pour l'enfant.

tout d'abord pour l'enfant qu'un problème de collections disjointes. Toutefois, on peut se demander si la réussite à l'inclusion et la réussite aux comparaisons de classes réellement disjointes sont pour autant contemporaines.

Nous nous proposons de mettre à l'épreuve cette hypothèse en étudiant les performances d'enfants âgés de 5 à 7 ans dans des situations où les sous-classes et les classes à comparer sont soit disjointes soit incluses. Notre objectif est de préciser les étapes préalables à l'acquisition de l'inclusion classique à partir de l'ordre de difficulté des différents items de comparaison.

Cette hiérarchie des situations peut être envisagée de trois façons différentes en fonction de trois sources possibles de difficulté :

1) La comparaison de classes, disjointes ou non, est plus difficile que la comparaison de sous-classes, complémentaires ou non : en effet, considérer une classe suppose que l'on soit capable de former une totalité à partir de la réunion de plusieurs sous-classes et de façon assez stable pour que cette totalité se conserve dans des activités de comparaison. Cette interprétation est celle de Trabasso *et al.* (1978).

2) La comparaison d'une classe et d'une sous-classe, disjointes ou en rapport d'emboîtement, est plus difficile que la comparaison de deux sous-classes d'une part et de deux classes d'autre part : la différence de niveau hiérarchique pourrait constituer une source de difficulté chez le jeune enfant. Cette interprétation n'est pas incompatible avec les résultats de Trabasso *et al.* (1978).

3) La comparaison d'une classe et d'une sous-classe en rapport d'emboîtement est plus difficile que toute autre comparaison et, en particulier, elle est plus difficile que la comparaison d'une classe et d'une sous-classe disjointes : l'emboîtement des classes pourrait constituer une réelle source de difficulté. Une telle interprétation est contraire aux résultats mentionnés par Trabasso *et al.* mais il ne nous semble pas qu'on puisse la rejeter, dans la mesure où il est difficile de juger "opératoires" les réponses correctes à l'item d'inclusion dans les expériences de Trabasso *et al.*, étant donné le critère de réussite adopté. En outre, les résultats récents de Smith et Rizzo (1982) révèlent une difficulté inégale des comparaisons de classes disjointes et de classes incluses, sur certains matériels : les items d'inclusion s'avèrent plus difficiles que les comparaisons de classes disjointes.

Ainsi il apparaît possible de sérier les items de comparaison en fonction de chaque source de difficulté envisagée. Chacune d'elles peut être caractérisée par un patron spécifique de réponses à un ensemble de comparaisons de sous-classes et de classes, disjointes ou en rapport d'emboîtement. La hiérarchie réelle des différents items de comparaison renseignera sur la nature de la difficulté que rencontrent les jeunes enfants. Dans ce but, nous reprendrons l'expérience de Trabasso *et al.* Le même paradigme expérimental sera utilisé, à savoir la présentation simultanée de deux classes désignées par A et B, composées chacune de

deux sous-classes : A1 et A2 pour A, B1 et B2 pour B. Nous apporterons cependant les modifications suivantes :

1) Chaque réponse devra être justifiée. Seules seront jugées correctes les bonnes réponses accompagnées d'une justification correcte. Dans le cas d'un item d'inclusion, par exemple, les justifications peuvent être les suivantes : "Il y a plus de A parce que les A sont en plus grand nombre que les A1", . . . "parce qu'il y a aussi des A2", . . . "les A1 et les A2 sont tous des A", . . . "les A1 sont des A". La prise en compte des réponses correctes avec ou sans justification oblige Trabasso *et al.* à calculer le pourcentage des réponses correctes dues au hasard, qui varie, pour une comparaison donnée, en fonction de l'extension des sous-classes. En ne prenant en compte que les réponses correctes justifiées, on harmonise de ce point de vue les situations et les différentes comparaisons. Les réponses correctes non justifiées seront toutefois comptabilisées afin que nos résultats puissent être comparés à ceux de Trabasso *et al.*

2) Les items suivants de comparaison de collections seront présentés systématiquement à chaque enfant :

- comparaison de classe et sous-classe emboîtées (A1A),
- comparaison de classe et sous-classe disjointes (A1B),
- comparaison de classes (AB),
- comparaison de sous-classes complémentaires (A1A2),
- comparaison de sous-classes non complémentaires (A1B1).

3) Un pré-test composé de deux questions classiques d'inclusion permettra de ne garder que les seuls enfants qui échouent au moins à l'un des items. Les enfants incluant ne nous apprendraient rien quant à la hiérarchie des items.

4) Trois situations expérimentales — au lieu d'une seule — seront présentées à chaque enfant. Les collections seront toujours les mêmes. Seuls varieront d'une situation à l'autre les rapports quantitatifs entre sous-classes.

5) L'effet de l'ordre de présentation des termes de classes et de sous-classes sera étudié. Si l'enfant tend à disjoindre les totalités en sous-classes, il tend à mieux répondre lorsque la cohésion de la classe est accrue. On peut alors se demander si la présentation du terme de sous-classe en premier ne favorise pas cette disjonction en sous-classes exclusives alors que la présentation du terme de classe en premier pourrait avoir un effet inverse.

6) Nous étudierons les patrons de réponses constitués de la suite des réponses correctes et incorrectes pour chaque sujet afin de préciser le plus finement possible l'ordre de difficulté des différentes situations.

Hypothèses

1) En fonction des sources de difficulté que nous avons envisagées précédemment, les items de comparaison peuvent être hiérarchisés de trois façons différentes :

- a) A1A, A1B, AB sont plus difficiles que A1A2 et A1B1
- b) A1A et A1B sont plus difficiles que AB, A1A2, A1B1
- c) A1A est plus difficile que toutes les autres comparaisons.

2) Les patrons de réponses attendus diffèrent selon les trois hypothèses précédentes :

- a) Réussite à l'ensemble des items
ou réussite à A1A2, A1B1 et échec à A1A, A1B, AB.
- b) Réussite à l'ensemble des items
ou réussite à A1A2, A1B1, AB et échec à A1A et A1B.
- c) Réussite à l'ensemble des items
ou réussite à A1A2, A1B1, AB, A1B et échec à A1A.

3) On s'attend à un effet de l'ordre de présentation des termes de classe et de sous-classe : la présentation du terme de classe en premier pourrait centrer l'enfant sur la totalité plutôt que sur les sous-classes et favoriser la réponse correcte.

4) On s'attend à un effet de l'âge.

5) Hypothèses complémentaires. On s'attend à ce que les performances ne diffèrent ni en fonction du sexe des sujets ni en fonction de la variation des rapports quantitatifs entre sous-classes.

Présentation de l'expérience

Population

L'expérience a porté sur 108 enfants répartis en trois niveaux d'âge et provenant d'une école maternelle et d'une école primaire de Paris. Les âges moyens des trois groupes de 36 enfants sont les suivants, l'indice de dispersion des âges étant indiqué entre parenthèses : 4 ; 7 ans ($s = 4,7$ mois), 5 ; 7 ans ($s = 3,4$ mois) et 7 ; 1 ans ($s = 5,9$ mois). Filles et garçons sont en nombre équivalent à chaque âge.

Matériel

Au pré-test deux matériels sont utilisés :

des images d'enfants (de dimensions $7,0 \times 5,0$ cm) : 3 filles et 3 garçons ;

des éléments de forme géométrique tridimensionnelle en bois naturel (de dimensions $3,0 \times 3,0 \times 0,5$ cm) : 5 carrés, 2 ronds et un triangle.

A l'épreuve proprement dite, deux collections sont présentées :

des images de fruits : pommes et bananes (de dimensions $6,0 \times 5,0$ cm) ;

des images d'animaux : chevaux et chats (de dimensions $6,5 \times 4,5$ cm).

Chaque image comporte le dessin d'un seul élément (pomme, banane, cheval, chat).

Procédure

1) Au pré-test, après une phase de familiarisation avec le matériel qui implique la reconnaissance des objets, leur dénomination et la vérification de l'utilisation du nom générique pour les ensembles présentés, deux questions classiques d'inclusion sont posées :

"Y a-t-il plus de garçons (ou : plus de filles) ou plus d'enfants ?", devant les images d'enfants ;

"Y a-t-il plus de carrés ou plus de jetons ?", devant les jetons.

L'enfant est tenu de justifier, à chaque fois, sa réponse. Les enfants qui répondent correctement aux deux items d'inclusion et justifient leurs réponses ne sont pas conservés pour la suite de l'épreuve. Sont conservés les enfants qui donnent des réponses fausses, des réponses correctes non justifiées, ou encore au plus une réponse correcte et justifiée.

2) A l'épreuve de comparaison de collections, les 108 enfants conservés à l'issue du pré-test sont soumis à l'épreuve suivante :

a) On dispose en désordre devant l'enfant des images de fruits d'une part et des images d'animaux d'autre part. Ces ensembles seront tout au long de l'expérience symbolisés de la façon suivante : on désignera par A l'ensemble de fruits, A1 la sous-classe des pommes et A2 la sous-classe des bananes, tandis qu'on désignera par B l'ensemble d'animaux, B1 la sous-classe des chevaux et B2 la sous-classe des chats. Soit :

$$A = A1 + A2, A1 > A2$$

$$B = B1 + B2, B1 > B2$$

b) L'enfant en présence de ces deux collections doit répondre à cinq types de comparaison de collections :

"Y a-t-il plus de pommes ou plus de fruits ?" Il s'agit de la question classique d'inclusion, symbolisée sous la forme A1A.

"Y a-t-il plus de pommes ou plus d'animaux ?" Il s'agit de la comparaison d'une sous-classe et d'une classe disjointes, symbolisée sous la forme A1B.

“Y a-t-il plus de fruits ou plus d’animaux ?” Il s’agit de la comparaison de deux classes, symbolisée sous la forme AB.

“Y a-t-il plus de pommes ou plus de bananes ?” Il s’agit de la comparaison de deux sous-classes complémentaires, symbolisée sous la forme A1A2.

“Y a-t-il plus de pommes ou plus de chevaux ?” Il s’agit de la comparaison de deux sous-classes appartenant à deux classes différentes, symbolisée sous la forme A1B1.

Lorsque l’enfant a répondu aux cinq questions, on modifie les rapports quantitatifs entre sous-classes et on repose les mêmes questions. Puis on modifie une fois encore les extensions des sous-classes et des classes et on pose encore une fois les mêmes questions. Le tableau 13 indique la variation des rapports quantitatifs entre sous-classes dans les trois situations expérimentales.

TABLEAU 13
*Variation des rapports quantitatifs entre sous-classes
dans les trois situations expérimentales*

Constitution des classes et des sous-classes			
Présentation de			
12 fruits	=	8 pommes et 4 bananes	
et 8 animaux	=	6 chevaux et 2 chats	
Présentation de			
8 fruits	=	6 pommes et 2 bananes	
et 8 animaux	=	5 chevaux et 3 chats	
Présentation de			
7 fruits	=	4 pommes et 3 bananes	
et 6 animaux	=	4 chevaux et 2 chats	

L’enfant est tenu de justifier chacune de ses réponses. L’ordre de présentation des trois situations est contrebalancé. Pour une situation donnée, les questions sont posées dans un ordre aléatoire.

De plus les sujets sont répartis également en deux groupes en fonction de l’ordre de présentation des termes de classes et de sous-classes. Pour l’un des groupes (condition 1), les termes de sous-classes sont énoncés avant ceux de classes (par exemple : “Y a-t-il plus de pommes ou plus d’animaux ?”). Pour l’autre groupe (condition 2), les termes de classes sont énoncés avant ceux de sous-classes.

Résultats

On présentera d'abord les résultats obtenus aux comparaisons de collections puis les patrons de réponses individuels.

I. – Résultats observés aux diverses comparaisons de collections

A – Répartition des réponses correctes selon l'âge et les types de comparaison de collections

Nous avons distingué les réponses correctes justifiées et les réponses correctes non justifiées. On trouvera dans le tableau 14 la répartition des seules réponses correctes justifiées selon l'âge et le type de comparaison de collections et dans le tableau 15 la répartition des réponses correctes, justifiées ou non.

TABLEAU 14
*Totaux et moyennes de réussites (réponses correctes justifiées)
selon l'âge et les types de comparaison de collections*

Comparaison Age	A1A2		A1B1		A1B		AB		A1A	
	T	m	T	m	T	m	T	m	T	m
4 ; 7 (n = 36)	107	2,97	105	2,92	75	2,08	68	1,89	23	0,64
5 ; 7 (n = 36)	108	3,00	107	2,97	68	1,89	64	1,78	14	0,39
7 ; 1 (n = 36)	108	3,00	107	2,97	89	2,47	86	2,39	15	0,42

NB : Le total maximum par âge et par comparaison est de 108 (36 x 3) ; la moyenne maximale est 3,00

Légende: A1A2, A1B1, A1B, AB, A1A renvoient aux questions posées :

A1A2 = "Y a-t-il plus de pommes ou plus de bananes ?"

A1B1 = "Y a-t-il plus de pommes ou plus de chevaux ?"

A1B = "Y a-t-il plus de pommes ou plus d'animaux ?"

AB = "Y a-t-il plus de fruits ou plus d'animaux ?"

A1A = "Y a-t-il plus de pommes ou plus de fruits ?"

TABLEAU 15
*Totaux et moyennes des réussites (réponses correctes avec ou sans
justification) selon l'âge et les types de comparaison de collections*

Comparaison Age	A1A2		A1B1		A1B		AB		A1A	
	T	m	T	m	T	m	T	m	T	m
4 ; 7 (n = 36)	107	2,97	105	2,92	81	2,25	81	2,25	36	1,00
5 ; 7 (n = 36)	108	3,00	107	2,97	73	2,03	74	2,06	19	0,53
7 ; 1 (n = 36)	108	3,00	107	2,97	91	2,53	91	2,53	16	0,44

NB : Le total maximum est de 108 ; la moyenne maximale est 3,00.

Légende : voir celle du Tableau 14.

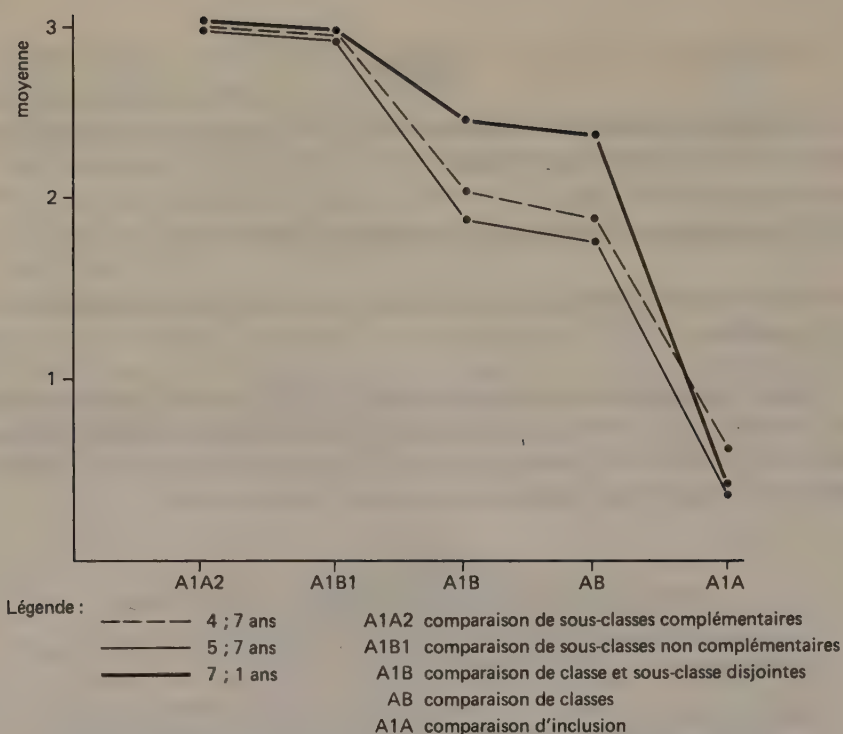


Fig. 1 – Performances observées selon l'âge et les comparaisons de collections

Une représentation graphique de la répartition des réponses correctes justifiées est donnée dans la figure 1.

L'étude du tableau 14 fait ressortir les points suivants :

- 1) Les comparaisons de sous-classes (comparaisons A1A2 et A1B1) sont toutes réussies dès 4;7 ans.
- 2) Les comparaisons A1B et AB sont, à un âge donné, de même difficulté. Elles sont moins bien réussies que les comparaisons de sous-classes (A1A2 et A1B1) et mieux réussies que l'inclusion (A1A).
- 3) Quelques réussites sont observées pour les items A1A.
- 4) Les enfants de 7;1 ans réussissent mieux les comparaisons A1B et AB que les enfants plus jeunes. Par contre les enfants de 4 ; 7 ans ont des performances aux items d'inclusion (A1A) légèrement supérieures à celles des enfants plus âgés.

L'étude des tableaux 14 et 15 fait ressortir les points suivants :

- 1) Les réponses correctes non justifiées sont assez peu nombreuses. Elles sont observées pour les seules comparaisons A1A, A1B et AB et diminuent avec l'âge.
- 2) Que l'on prenne en compte les seules réponses correctes justifiées ou bien les réponses correctes avec ou sans justification, l'ordre de difficulté des différents items et l'évolution des performances selon l'âge sont les mêmes dans les deux cas.

Les résultats de l'analyse statistique, à partir d'une analyse de variance pour le plan expérimental $S_{36} < A_3 > \times Q_3$ où S est le facteur sujets, A le facteur âges et Q le facteur types d'items (2) permettent d'observer un effet significatif de l'âge [$F_{(2,105)} = 3,69$, $p < .05$] et du type d'items [$F_{(2,210)} = 84,39$, $p < .0001$] sans interaction entre ces deux variables.

L'effet du facteur type d'items et du facteur âge peut être précisé de la façon suivante :

il n'y a pas de différence significative entre A1B et AB ; par contre, A1B et AB sont significativement mieux réussis que A1A [$F_{(1,210)} = 167,95$, $p < .0001$] ;

les performances des enfants de 4 ; 7 et 5 ; 7 ans ne diffèrent pas significativement. Seuls les enfants de 7 ; 1 ans ont des performances supérieures à celles des enfants plus jeunes [$F_{(1,105)} = 5,62$, $p < .05$].

B – Effet de l'ordre de présentation des termes de classes et de sous-classes

Le tableau 16 donne les moyennes de réussites aux comparaisons A1A et A1B selon l'ordre de présentation des termes de classes et de sous-classes.

TABLEAU 16
Moyennes observées aux comparaisons A1A et A1B en fonction de l'ordre de présentation des termes de classe et de sous-classe

Condition Age	Condition 1		Condition 2	
	A1A	A1B	A1A	A1B
4 ; 7	0,67	2,22	0,61	1,94
5 ; 7	0,33	1,78	0,44	2,00
7 ; 1	0,44	2,39	0,39	2,56

NB : Il y a 18 enfants par condition à chaque âge.

Légende : Dans la condition 1, le terme de la sous-classe est énoncé avant celui de la classe. Dans la condition 2, le terme de la classe est énoncé avant celui de la sous-classe. Le score maximum est de 3,00.

Valeurs du t de Student pour les différences observées selon les conditions

Comparaison Age	A1A	A1B
4 ; 7	—	—
5 ; 7	0,43	0,51
7 ; 1	—	0,50

NB : La différence a été calculée dans le sens moyenne dans la condition 2 – moyenne dans la condition 1. Lorsque les résultats sont contraires à l'hypothèse, nous n'avons calculé aucun indice statistique. Aucune différence n'est significative.

(2) A1A2 et A1B1 étant réussis dès 4 ; 7 ans par la totalité des enfants, ces deux types d'items n'ont pas été considérés pour l'analyse de variance.

A un âge donné et pour une comparaison donnée, les moyennes ne diffèrent pas significativement en fonction de l'ordre de présentation des termes de classes et de sous-classes.

C — Rôle de la variation des extensions des sous-classes, de l'ordre de présentation des situations et du sexe

Le nombre des réponses correctes ne varie pas en fonction des extensions de classes et de sous-classes (cf. annexe 1a) ni en fonction de l'ordre de présentation des situations expérimentales (cf. annexe 1b).

Les performances des filles et des garçons ne diffèrent pas d'une façon significative (cf. annexe 1c).

II. — Résultats individuels observés aux différents types de comparaison de collections

L'étude des résultats individuels correspond à l'examen des patrons de réponses des sujets. Un patron de réponses est constitué de la suite des réponses correctes ou fausses obtenues aux divers items pour un sujet donné.

On trouvera dans le tableau 17 les patrons de réponses observés pour chaque situation expérimentale et à chaque âge.

On constate qu'avec l'âge un plus grand nombre d'enfants ont des patrons de réponses stables, c'est-à-dire ne variant pas d'une situation à une autre : un quart des enfants de 4;7 ans, la moitié des enfants de 5;7 ans et les deux tiers des enfants de 7;1 ans sont dans ce cas. Parmi les patrons stables le patron dominant correspond à une réussite à tous les items, excepté à ceux d'inclusion.

Les trois sources possibles de difficulté que nous envisageons dans les comparaisons de collections renvoient à des patrons de réponses différents. Le tableau 18 donne le nombre et le pourcentage des patrons correspondant à chaque hypothèse.

On constate que le patron dominant est celui qui correspond à l'hypothèse selon laquelle l'emboîtement des classes est source de difficulté. Ce patron est d'autant plus observé que l'enfant est plus âgé. Le patron correspondant à l'hypothèse d'une source de difficulté résultant de la différence de niveau hiérarchique entre la classe et la sous-classe représente moins d'un dixième de l'ensemble des patrons. Le patron correspondant à l'hypothèse d'une source de difficulté liée à l'identification des classes représente environ un quart des patrons observés à 4;7 ans et 5;7 ans et un sixième de ceux observés à 7;1 ans.

TABLEAU 17

Répartition des patrons observés dans chaque
situation expérimentale et à chaque âge

Situations et Patrons		12 F/8 A					8 F/8 A					7 F/6 A					Patrons stables							
Age	Nb	A1A2	A1B1	A1B	AB	A1A	Nb	A1A2	A1B1	A1B	AB	A1A	Nb	A1A2	A1B1	A1B	AB	A1A	Nb	A1A2	A1B1	A1B	AB	A1A
4;7	7	+	+	+	+	+	2	+	+	+	+	+	8	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+
	13	+	+	+	+	o	17	+	+	+	+	o	10	+	+	+	+	o	6	+	+	+	+	o
	1	+	+	o	+	o	2	+	+	o	+	o	2	+	+	o	+	o	2	+	+	o	o	o
	4	+	+	+	o	o	2	+	+	+	o	o	8	+	+	+	o	o						
	9	+	+	o	o	o	8	+	+	o	o	o	7	+	+	o	o	o						
	1	+	+	o	+	+	1	+	+	+	o	+	1	+	+	o	+	+						
	1	o	+	+	o	o	1	+	+	o	+	+												
							1	+	o	o	+	o												
							2	+	o	+	+	+												
5;7	1	+	+	+	+	+	3	+	+	+	+	+	5	+	+	+	+	+	9	+	+	+	+	o
	13	+	+	+	+	o	15	+	+	+	+	o	14	+	+	+	+	o	1	+	+	o	+	o
	5	+	+	o	+	o	6	+	+	+	o	o	2	+	+	o	+	o	7	+	+	o	o	o
	5	+	+	+	o	o	3	+	+	o	+	o	3	+	+	+	o	o						
	8	+	+	o	o	o	8	+	+	o	o	o	10	+	+	o	o	o						
	1	+	+	o	+	+	1	+	+	+	o	+	1	+	+	o	o	+						
	1	+	+	+	+	I							1	+	+	o	+	+						
	1	+	+	o	o	+							1	+	+	o	+	+						
1	+	o	+	o	o																			
7;1	4	+	+	+	+	+	5	+	+	+	+	+	6	+	+	+	+	+	3	+	+	+	+	+
	23	+	+	+	+	o	23	+	+	+	+	o	20	+	+	+	+	o	16	+	+	+	+	o
	1	+	+	o	+	o	2	+	+	+	o	o	3	+	+	o	+	o	1	+	+	+	o	o
	1	+	+	+	o	o	6	+	+	o	o	o	3	+	+	+	o	o	2	+	+	o	o	o
	6	+	+	o	o	o							3	+	+	o	o	o						
	1	+	+	+	+	I							1	+	o	+	o	o						

Légende : + indique une réponse correcte justifiée

0 indique un échec ou une réponse correcte non justifiée

I indique une réponse intermédiaire (par exemple : "On ne peut pas savoir s'il y a plus de fruits que de pommes, parce que les pommes sont des fruits".)

NB : Un patron stable est un patron de réponses identique, pour un sujet donné, dans les trois situations expérimentales.

La figure 2 représente la distribution des patrons de réponses et la répartition de l'effectif sur cette distribution organisée par la relation d'inclusion dans le diagramme en treillis du simplexe $S_5(3)$.

(3) On trouvera une présentation du simplexe dans Barbut *et al.* (1973).

TABLEAU 18

Répartition des patrons selon les hypothèses

Age \ Patrons	P1	P2	P3	Réussites totales
4 ; 7	24 (22 %)	5 (5 %)	40 (37 %)	17 (16 %)
5 ; 7	26 (24 %)	10 (9 %)	42 (39 %)	9 (8 %)
7 ; 1	15 (14 %)	4 (4 %)	66 (61 %)	15 (14 %)

NB : Les patrons de réussites totales sont compatibles avec les trois hypothèses.

Légende: P1 : échec à A1A, A1B, AB, réussite à A1A2, A1B1,

P2 : échec à A1A, A1B, réussite à AB, A1A2, A1B1.

P3 : échec à A1A, réussite à A1B, AB, A1A2, A1B1.

Le chemin le plus fréquenté est le suivant :

- 1) d'emblée une réussite aux comparaisons de sous-classes A1A2 et A1B1 (aucun enfant n'échoue aux deux items, 6 enfants échouent à l'une ou l'autre de ces comparaisons);
- 2) une réussite aux comparaisons A1A2, A1B1 et A1B, lorsque trois items sont réussis. On observe également un nombre de réussites non négligeable à A1A2, A1B1 et AB ;
- 3) une réussite à A1A2, A1B1, A1B et AB lorsque quatre items sont réussis ;
- 4) une réussite à l'ensemble des items.

La distribution des patrons, âge par âge (cf. annexe 1d) ne modifie pas ces résultats. La répartition des patrons précise clairement la hiérarchie des items : en particulier la réussite aux problèmes d'inclusion n'est observée qu'après la réussite aux problèmes de comparaison de classes disjointes. -

Discussion

Les résultats de cette première expérience font apparaître clairement que l'épreuve la plus facile est celle de comparaison de sous-classes (A1A2 et A1B1) et la plus difficile celle d'inclusion (A1A). La comparaison de classes entre elles (AB) et celle de classe et sous-classe disjointes (A1B) apparaissent être de difficulté intermédiaire. Si l'ordre de difficulté des épreuves extrêmes (A1A2, A1B1/A1A) ne constitue pas un fait nouveau, la difficulté intermédiaire des comparaisons de classes disjointes (4) est par contre intéressante. Elle permet de dégager

(4) Par comparaison de classes disjointes, on entend ici la comparaison de deux classes (AB) et la comparaison d'une classe et d'une sous-classe disjointes (A1B).

une hiérarchie génétique des problèmes et, en ce sens, nos résultats divergent de ceux de Trabasso *et al.* (1978).

La discussion portera sur les points communs et les points de divergence qui apparaissent entre nos résultats et ceux de Trabasso *et al.* On tentera ensuite de dégager les implications de ces résultats.

Les deux tiers de l'effectif des enfants de 4;7 ans réussissent, dans notre expérience, les comparaisons de classe et sous-classe disjointes contre 35 % des enfants de 5 ans dans l'expérience de Trabasso *et al.* La différence observée est d'autant plus remarquable que nous avons adopté un critère de réussite plus strict (seules sont prises en compte les réponses correctes justifiées) et que nous avons retenu les seuls enfants échouant au moins à un item classique d'inclusion du pré-test. Cette divergence pourrait être due aux pédagogies différentes appliquées en France et aux Etats-Unis, dans les écoles maternelles (ou leurs équivalents outre-Atlantique). L'enseignement pré-mathématique dispensé aux enfants de l'école maternelle française, peut expliquer les "bonnes" performances que nous avons observées. Il semble en effet que les exercices portant sur les ensembles (réunion, soustraction d'ensembles, etc.) soient une bonne préparation au type de tâche que nous avons proposé.

Ce facteur semble toutefois insuffisant — ou alors il faut invoquer des différences pédagogiques importantes dans les écoles américaines — si l'on en juge par les résultats d'une étude récente de Smith et Rizzo (1982). Les auteurs semblent montrer — bien que d'une façon un peu confuse — que 21 % de leur effectif — 32 enfants de 5;3 ans — réussissent l'inclusion et 75 % réussissent les comparaisons de classe et de sous-classe disjointes. Il est vrai que les matériels utilisés par Smith et Rizzo diffèrent de ceux de Trabasso *et al.*

Il n'en reste pas moins, et en cela nos résultats convergent avec ceux de Trabasso *et al.*, qu'un certain nombre de nos jeunes enfants échouent non seulement à l'inclusion mais également aux comparaisons de classes et de classe et sous-classe disjointes.

Mais quelles que soient cette divergence et cette convergence, notre interprétation diffère de celle de Trabasso *et al.* Elle est en effet déterminée par la combinaison des trois résultats suivants : 1) l'échec simultané aux comparaisons de classes disjointes et de classes emboîtées n'est observé que dans un quart des cas chez les plus jeunes enfants ; 2) l'examen des patrons de réponses montre que 40 à 60 % des patrons de réponses correspondent à des patrons de réussite aux comparaisons de sous-classes et de classes disjointes et d'échec à l'inclusion, et 3) aucun enfant ne réussit l'inclusion sans réussir au préalable les comparaisons de classes disjointes. Il semble donc difficile de considérer que les échecs aux comparaisons de classes disjointes et à l'inclusion relèvent simplement d'une diffi-

culté commune résidant dans l'identification des classes constituées par la réunion d'au moins deux sous-classes.

Lorsque l'enfant ne réussit que la comparaison des sous-classes, son échec aux comparaisons de classes disjointes pourrait bien résulter, conformément à l'hypothèse de Trabasso *et al.*, d'une incapacité à construire une totalité à partir de la réunion des sous-classes. L'enfant surmonte un premier niveau de difficulté lorsqu'il réussit les comparaisons de classes disjointes : il est alors capable de construire une totalité à partir de la réunion de deux sous-ensembles et de la conserver dans des activités de comparaison quantitative. Toutefois les progrès ne sont pas tels qu'il puisse résoudre correctement le problème d'inclusion. Ce premier niveau de conservation des totalités semble correspondre à un niveau très élémentaire qui est pour le moins celui des deux tiers de l'effectif des enfants de 4; 7 ans.

Il est évident, en outre, au vu de nos résultats, que la réussite à la comparaison de classes disjointes n'garantit pas la maîtrise du problème classique d'inclusion. Elle constitue une étape antérieure et peut-être préparatoire à l'inclusion. Elle le serait d'autant plus dans l'hypothèse où le problème d'inclusion serait transformé par l'enfant en un problème de classes disjointes. De toute façon, l'échec à l'inclusion confirme que dans le cas des problèmes de comparaison de classes disjointes, l'enfant ne considère que des collections. C'est bien ainsi qu'elles sont envisagées dans les écrits piagétien.

Il est apparu également que les performances des enfants sont stables : ni l'ordre de présentation des termes de classes et de sous-classes, ni la variation des rapports quantitatifs entre sous-classes, ni la congruence ou non de la question et de la réponse à donner ne les affectent. En ce qui concerne la congruence question-réponse, la question était toujours formulée ainsi : "Y a-t-il plus de . . . ou plus de . . . ?" Or, selon les configurations d'éléments, la réponse correcte était soit une réponse d'inégalité "il y a plus de . . ." —congruence—, soit une réponse d'égalité "il y a autant de . . . que de . . ." —non congruence. La réponse d'égalité (5) ne constituerait pas en elle-même un piège pour l'enfant.

Ces résultats sont contraires à ceux observés par Ahr et Youniss (1970), Brainerd et Kaszor (1974), Kalil, Youssef et Lerner (1974), qui mettent en évidence l'effet de l'un ou l'autre de ces facteurs. La difficulté ne résiderait pas tant dans la présence de tel ou tel facteur, linguistique ou perceptif, que dans la construction de collections cohérentes qui pourrait être ou non facilitée par les uns et les autres facteurs.

Le critère de réussite choisi (réponse correcte seule ou réponse correcte avec justification) pourrait également expliquer en partie cette divergence. Un certain

(5) Celle-ci a concerné les items AB, A1B, A1B1. Elle n'a jamais concerné les items A1A puisque chaque classe a toujours été composée de deux sous-classes.

nombre de réponses correctes, lorsqu'elles ne sont pas accompagnées de justification, pourrait relever du "hasard". Toutefois il est apparu que, dans notre expérience, les réponses correctes non justifiées sont rares. Il se pourrait que la demande de justification qui accompagne la question contraigne l'enfant à donner une réponse telle qu'il est capable de la justifier.

CHAPITRE II

CLASSES DISJOINTES ET CLASSES EMBOITEES

ESSAI DE HIERARCHISATION DES EPREUVES ENTRE 5 ET 8 ANS

Position du problème

Les résultats de l'expérience précédente indiquent que la comparaison de sous-classes — complémentaires ou non — est réussie par la quasi-totalité des enfants, dès l'âge de 4;7 ans. Cette réussite peut correspondre à la résolution d'un premier niveau de difficulté, qui exige la réunion et la conservation d'éléments discrets différant pour le moins par une caractéristique. Dans notre expérience, c'est le niveau de tous les enfants de notre échantillon. Les difficultés réelles n'apparaissent qu'avec les comparaisons de classes et de classe et sous-classe — disjointes ou non. Mais on a constaté que la comparaison de classes ou de classe et de sous-classe disjointes est plus facile que la comparaison de classe et de sous-classe en rapport d'inclusion. La majorité des enfants de 4;7 et 5;7 ans réussissent les premières en échouant simultanément à l'inclusion. Dans la mesure cependant où certains enfants échouent systématiquement aux comparaisons de classes disjointes, la réussite à celles-ci serait une première étape. Une seconde étape serait celle de la réussite à l'inclusion. Si, par hypothèse, l'inclusion classique est considérée comme étant pour l'enfant un problème de collections disjointes, il reste à préciser les étapes qui jalonnent le parcours entre les deux bornes que constituent, d'une part la réussite aux comparaisons de classe et sous-classe disjointes et, d'autre part la réussite à l'item classique d'inclusion.

Des informations quant à ces étapes intermédiaires sont apportées par différentes études qui ont tenté de faciliter les réponses d'inclusion grâce à diverses procédures. L'intérêt de certaines d'entre elles est d'avoir facilité le traitement du problème d'inclusion en un problème de collections disjointes. Les résultats observés dans ces conditions sont à considérer de près. En effet, ils conduisent à des hypothèses concernant les processus responsables du passage de la réussite sur des collections disjointes à la réussite du problème d'inclusion. Nous avons

retenu trois de ces procédures : la disjonction matérielle des classes, la disjonction temporelle des classes et l'utilisation d'un référent collectif pour désigner la classe emboîtante.

1. La disjonction matérielle des classes

Un exemple de disjonction matérielle des classes est donné par Inhelder, Sinclair et Bovet (1974) qui présentent à l'enfant deux collections identiques composées des mêmes sous-classes, de telle sorte que la question "d'inclusion" porte sur la comparaison d'une classe et d'une sous-classe physiquement disjointes : par exemple, en présence de deux collections de fruits, distinctes l'une de l'autre, on demande s'il y a plus de fruits (dans la collection n° 1) ou plus de pommes (dans la collection n° 2). Le problème est ainsi transformé réellement en un problème de collections disjointes. Inhelder *et al.* ne fournissent aucun tableau de résultats mais précisent que cet item de disjonction est bien plus facile que l'item classique d'inclusion.

Il est notable que cet item a également été utilisé par Piaget et Inhelder (1959) dans l'étude de la quantification de l'inclusion, ce qui pourrait expliquer la précocité des acquisitions observées par Piaget comparées à celles observées par les chercheurs anglo-saxons (cf. Klahr et Wallace, 1972 ; Winer, 1980).

2. La disjonction temporelle des classes

Voelin (1976) fournit un exemple de disjonction temporelle lorsque, devant un ensemble de jetons verts et jaunes symbolisant des fleurs, il pose la question d'inclusion de la façon suivante : "Si moi je prends toutes les fleurs et si toi tu prends toutes les fleurs jaunes, qui aura le plus ?" Selon Voelin, cet item est réussi avant l'inclusion classique ; toutefois aucun résultat quantitatif précis ne permet d'en apprécier l'effet facilitateur.

Piaget et Inhelder (1959) ont également utilisé cet item, ce qui corrobore l'observation précédemment mentionnée quant au rôle des items d'évaluation dans la précocité des enfants "piagétien".

3. L'utilisation d'un référent collectif pour désigner la classe emboîtante

Markman (1973, 1979), Markman et Seibert (1976) obtiennent de meilleures performances au problème "d'inclusion" lorsque la totalité (classe emboîtante) est désignée par un terme collectif. L'item où le mot collectif "pile" est employé : "Qui aurait le plus de jouets, celui qui aurait les blocs bleus ou celui qui aurait la pile ?" est mieux réussi que l'item équivalent : "Qui aurait le plus de jouets, celui qui aurait les blocs bleus ou celui qui aurait les blocs ?". La moyenne de réussite, d'enfants provenant de maternelle et de grade un, est de 2,78 pour les items

“collections” contre 1,80 pour les items “classes” (1). Il faut bien noter que le rapport d’un bloc bleu à la pile est un rapport d’appartenance partitive alors que le rapport d’un bloc bleu aux blocs est un rapport d’appartenance inclusive.

Il apparaît clairement que le problème “d’inclusion” est rendu plus facile si l’on incite l’enfant à raisonner en terme de collections disjointes. Jusqu’à présent, aucune recherche n’a confronté simultanément la difficulté relative de ces situations. Or la hiérarchie de ces items confrontés, en outre, à l’item classique d’inclusion et à l’item de comparaison de classe et de sous-classe disjointes pourrait permettre de déterminer des niveaux entre l’étape de comparaison de classe et de sous-classe disjointes et l’étape de comparaison de classe et de sous-classe en rapport d’emboîtement.

On s’attend à une hiérarchie des diverses situations dans la mesure où celles-ci semblent ne pas être d’égale difficulté. L’item d’Inhelder, Sinclair et Bovet (1974), qui porte sur des collections disjointes, devrait être plus facile que les items qui portent sur des classes emboîtées. L’item de disjonction temporelle et l’item de référent collectif devraient être plus faciles que l’item classique d’inclusion. En effet, l’item de Voelin favorise la représentation du résultat de deux actions successives tandis que l’item de Markman met en jeu des “collections” à forte cohésion et cohérence.

Afin de cerner les étapes qui conduiraient du traitement de collections disjointes à celui de classes en rapport d’emboîtement, cinq types de comparaison de classe et de sous-classe ont été retenus :

les collections à comparer sont disjointes et différentes (deux classes différentes sont présentées simultanément) ;

les collections à comparer sont disjointes et identiques (deux classes identiques sont présentées simultanément) ;

les collections sont dans un rapport d’emboîtement et la question favorise leur disjonction temporelle ;

les collections sont dans un rapport d’emboîtement et la totalité est désignée par un référent collectif ;

les collections sont emboîtées et la question d’inclusion est une question standard.

Comme dans l’expérience précédente, l’ordre de difficulté des items sera confronté aux patrons de réponses individuels, afin de confirmer la relation d’ordre entre les items.

Cette étude sera complétée par l’examen des répétitions de la question de l’expérimentateur par l’enfant. Pour un item donné, la tâche de répétition inter-

(1) La moyenne maximale est de 4,00. On rappelle que les expériences de Markman ont été présentées dans l’introduction.

viendra juste après la réponse et la justification de l'enfant à la question de l'expérimentateur. La répétition pourrait constituer un indice de codage des termes effectué par les sujets. Les travaux de Brainerd et Kaszor (1974), entre autres, laissent prévoir qu'un codage exact des termes ne devrait pas garantir pour autant une réussite à l'item d'inclusion classique. La plus grande facilité du codage devrait être observée, quel que soit le type de comparaison.

Etant donné la position de la tâche de répétition par rapport à la réponse de l'enfant à l'item correspondant, on ne peut exclure une éventuelle influence de la réponse donnée par le sujet sur la répétition que va fournir ce même sujet. Une évolution différente des réussites aux items et aux tâches de répétition sera d'autant plus intéressante dans ce cas. Nous affinerons l'analyse en considérant les performances observées simultanément aux deux épreuves pour chaque sujet.

Hypothèses

1) On s'attend à ce que les items de comparaison de classe et de sous-classe se hiérarchisent de la façon suivante :

a) Les items qui portent sur des classes disjointes seront plus faciles que ceux qui portent sur des classes en rapport d'emboîtement.

b) L'item de disjonction temporelle et l'item de référent collectif seront plus faciles que l'item classique d'inclusion.

2) On s'attend à ce que les patrons de réponses individuels confirment la hiérarchie des items de comparaison de classe et de sous-classe.

3) On s'attend à ce qu'il soit plus facile pour l'enfant de répéter correctement la question de l'expérimentateur que de répondre correctement à l'item correspondant.

4) On s'attend à un effet de l'âge.

5) Hypothèses complémentaires. On s'attend à ce qu'il n'y ait aucune incidence du type de matériels — tous concrets et familiers pour les jeunes enfants — sur les performances. On s'attend à ce que le sexe des sujets n'ait pas non plus d'incidence sur les performances.

Présentation de l'expérience

Population

L'expérience a porté sur 108 enfants répartis en trois niveaux d'âge et provenant d'une école maternelle et d'une école primaire de Paris. Les âges moyens des

trois groupes de 36 enfants sont les suivants, l'indice de dispersion des âges étant indiqué entre parenthèses : 5;6 ans ($s = 3,5$ mois), 6;6 ans ($s = 5,0$ mois) et 7;9 ans ($s = 5,3$ mois). Filles et garçons sont à peu près en nombre équivalent à chaque niveau d'âge.

Matériel

Les matériels suivants sont utilisés au cours de l'expérience :

deux collections de perles en bois peintes, de 2 cm de diamètre. Chaque collection comprend 7 perles vertes et 4 perles orange ;

deux collections de bûchettes en bois naturel. Chaque collection comprend 2 grandes bûchettes (d'une longueur de 12 cm) et 7 petites bûchettes (d'une longueur de 7 cm) ;

deux collections de fleurs artificielles. Chaque collection comprend 5 marguerites et 3 roses.

Procédure

1) Après une phase de familiarisation avec le matériel (reconnaissance et dénomination des objets, vérification de l'utilisation du nom générique), chaque enfant répond à quinze questions de comparaison de collections, l'une des collections étant toujours une sous-classe et l'autre collection une classe. Cinq types de comparaison ont été choisis :

item classique d'inclusion

item de disjonction temporelle

item de référent collectif

item de "pseudo-inclusion" (collections disjointes identiques)

item de comparaison de collections disjointes et différentes.

Trois matériels ont été proposés de telle sorte qu'il y a trois items par type de comparaison de collections.

Les questions sont posées dans un ordre aléatoire en une seule session, excepté pour les plus jeunes enfants : dans ce cas les questions sont posées en deux sessions à un ou deux jours d'intervalle. L'ordre de présentation des termes de classes et sous-classes est contrebalancé.

Les quinze questions sont les suivantes :

a) Items classiques d'inclusion

Devant une collection de perles (7 perles vertes et 4 perles orange), on demande : "Y a-t-il plus de perles ou plus de perles vertes ?"

Devant une collection de fleurs (5 marguerites et 3 roses), on demande : "Y a-t-il plus de marguerites ou plus de fleurs ?"

Devant une collection de bûchettes (7 petites bûchettes et 2 grandes bûchettes), on demande : "Y a-t-il plus de bâtons ou plus de petits bâtons ?"

b) Items de disjonction temporelle

En présence d'une collection de perles (7 vertes et 4 orange), on demande : "Si moi je prenais toutes les perles et si toi tu prenais toutes les perles vertes, qui aurait le plus ?"

En présence d'une collection de fleurs (5 marguerites et 3 roses), on demande : "Si moi je prenais toutes les marguerites et si toi tu prenais toutes les fleurs, qui aurait le plus ?"

En présence d'une collection de bûchettes (7 petites et 2 grandes), on demande : "Si moi je prenais tous les petits bâtons et si toi tu prenais tous les bâtons, qui aurait le plus ?"

c) Items de référent collectif

Devant une collection de perles, on fait reconnaître à l'enfant qu'on peut faire un collier avec toutes les perles. On demande ensuite : "Qui aurait le plus, celui qui aurait le collier de perles ou celui qui aurait les perles vertes ?"

Devant une collection de fleurs, on fait reconnaître à l'enfant qu'on peut faire un bouquet avec toutes les fleurs. On demande ensuite : "Qui aurait le plus, celui qui aurait les marguerites ou celui qui aurait le bouquet de fleurs ?"

Devant une collection de bûchettes, on fait reconnaître à l'enfant qu'on peut constituer un groupe (un tas) de bâtons avec tous les bâtons. On demande : "Qui aurait le plus, celui qui aurait le groupe de bâtons ou celui qui aurait les petits bâtons ?"

d) Items de "pseudo-inclusion"

On présente simultanément deux collections identiques de perles, distinctes l'une de l'autre. On demande : "Y a-t-il plus de perles vertes ici (on indique l'une des collections) ou plus de perles là (on indique l'autre collection) ?"

On présente simultanément deux collections identiques de fleurs. On demande : "Y a-t-il plus de fleurs ici (en indiquant une collection) ou plus de marguerites là (on indique l'autre collection) ?"

On présente simultanément deux collections identiques de bûchettes. On demande : "Y a-t-il plus de bâtons là (on indique une collection) ou plus de petits bâtons ici (on indique la seconde collection) ?"

e) Items de comparaison de collections disjointes et différentes

On présente simultanément une collection de perles (7 vertes et 4 orange)

et une collection de fleurs (5 marguerites et 3 roses). On demande : "Y a-t-il plus de perles ou plus de marguerites ?"

On présente simultanément une collection de perles (7 vertes et 4 orange) et une collection de bâchettes (7 petites et 2 grandes). On demande : "Y a-t-il plus de perles vertes ou plus de bâtons ?"

On présente simultanément une collection de fleurs (5 marguerites et 3 roses) et une collection de bâchettes (7 petites et 2 grandes). On demande : "Y a-t-il plus de fleurs ou plus de petits bâtons ?"

L'enfant est tenu de justifier chacune de ses réponses.

2) Chaque enfant doit répéter la question posée par l'expérimentateur juste après avoir répondu à l'item et justifier sa réponse. Afin de ne pas lasser l'enfant, nous avons limité la demande de répétition de la question à l'un des matériels, en l'occurrence le matériel de fleurs.

RESULTATS

On présentera d'abord les résultats obtenus aux diverses comparaisons et les patrons de réponses individuels, puis les performances observées à l'épreuve de répétition de la question.

I. — Performances observées aux diverses comparaisons de collections

A — Répartition des réponses correctes selon l'âge et les types de comparaison de collections

1) On trouvera dans le tableau 19 la répartition des réussites observées selon l'âge et les situations expérimentales. Une représentation graphique en est donnée dans la figure 3.

L'étude du tableau 19 fait ressortir les points suivants :

à tout âge, l'item de pseudo-inclusion (PI) est plus difficile que l'item de collections disjointes (CD) ; il est plus facile que les trois items d'inclusion ; l'item de disjonction temporelle (DT) et l'item de référent collectif (RC) sont un peu mieux réussis que l'item standard d'inclusion (I) à 5 ; 6 et 6 ; 6 ans mais pas à 7 ; 9 ans ;

on observe une amélioration des performances avec l'âge.

Les résultats de l'analyse statistique, à partir d'une analyse de variance pour le plan expérimental $S_{36} < A_3 > \times Q_4$ où S est le facteur sujets, A le facteur âges et

TABLEAU 19
Totaux et moyennes observés aux diverses
comparaisons à chaque niveau d'âge

Age \ Comparaison	CD		PI		RC		DT		I	
	T	m	T	m	T	m	T	m	T	m
5 ; 6 (n = 36)	95	2,64	60	1,67	38	1,06	35	0,97	32	0,89
6 ; 6 (n = 36)	100	2,78	64	1,78	39	1,08	40	1,11	35	0,97
7 ; 9 (n = 36)	107	2,97	93	2,58	62	1,72	63	1,75	67	1,86

NB : Le total maximum par âge et par comparaison est 108, la moyenne maximale est 3,00.

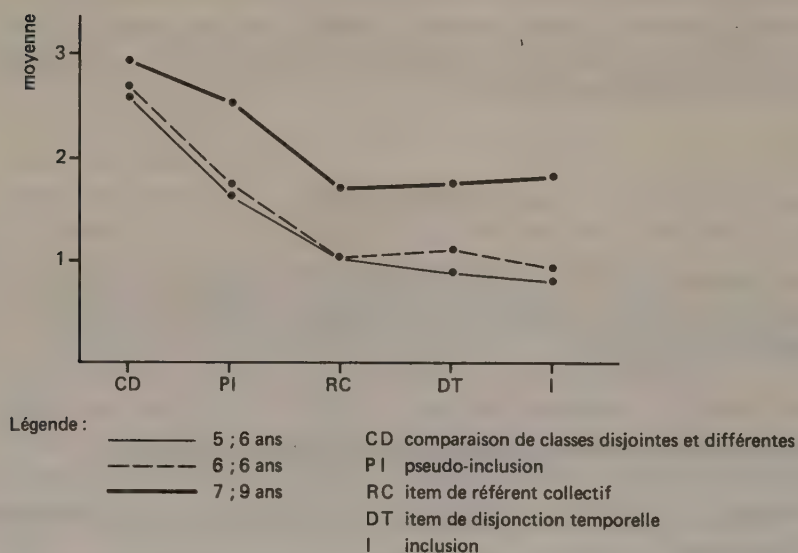


Fig. 3. — Performances observées selon l'âge et les comparaisons de collections

Q le facteur types d'items (2), indiquent un effet significatif de l'âge [$F_{(2,105)} = 7,47, p < .01$] et du type d'items [$F_{(3,315)} = 31,62, p < .001$] sans interaction entre ces deux variables.

L'effet du facteur types d'items et du facteur âges peut être précisé de la façon suivante :

l'item de pseudo-inclusion est significativement mieux réussi que les items d'inclusion, de disjonction temporelle et de référent collectif [$F_{(1,315)} = 44,44, p < .001$]. Par contre, aucune différence significative n'est observée entre les trois derniers types d'items ;

(2) Etant donné le plafonnement des performances obtenues aux comparaisons CD, ce type d'item n'a pas été considéré pour l'analyse de variance.

les performances des enfants de 5 ; 6 et 6 ; 6 ans ne diffèrent pas significativement. Seuls les enfants de 7 ; 9 ans ont des performances significativement supérieures à celles des enfants plus jeunes [$F_{(1,105)} = 14,80, p < .01$].

2) Les performances ne varient pas en fonction du matériel (cf. annexe 2a). Filles et garçons obtiennent des performances qui ne diffèrent pas significativement (cf annexe 2b).

B — Etude des patrons individuels de réponses

La suite des réponses correctes, fausses ou intermédiaires (réponses fausses avec justification exacte) observées pour les comparaisons I, DT, RC et PI a été relevée pour chaque sujet et selon chaque matériel.

Il n'est pas possible de faire figurer les performances obtenues aux items CD qui ont nécessité la présentation de deux matériels. De ce fait, on trouvera dans le tableau 20 :

Dans le cas de patrons de réussites à l'une au moins des comparaisons PI, RC, DT et I, les patrons des seuls enfants qui ont réussi les trois comparaisons CD ;

Dans le cas des patrons d'échec total à PI, RC, DT, I, les patrons des enfants qui ont réussi ou échoué aux items CD.

En fonction de ces critères, les patrons de 9 enfants ne figurent pas dans le tableau 20. Ils figurent dans l'annexe 2c.

L'observation du tableau 20 révèle qu'un tiers de l'effectif des enfants de 5 ; 6 et 6 ; 6 ans et la moitié de l'effectif des enfants de 7 ; 9 ans donnent des patrons de réponses stables ; ces patrons sont des patrons d'échec total, de réussite totale, ou de réussite au seul item de pseudo-inclusion.

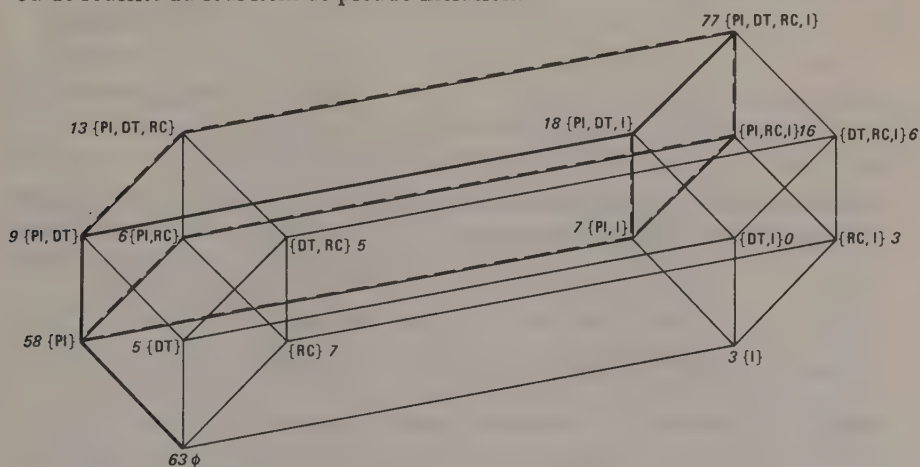


Fig. 4. — Diagramme en treillis de la distribution des patrons de réponses

La figure 4 représente la distribution des patrons de réponses, organisée par la relation d'inclusion dans le diagramme en treillis du simplexe S_4 , et sur laquelle est indiquée la répartition de l'effectif.

TABLEAU 20
Répartition des patrons de réponses observés à chaque
âge et pour chaque matériel présenté

Matériels et patrons Age	Fruits					Perles					Buchettes					Patrons stables				
	Nb	PI	DT	RC	I	Nb	PI	DT	RC	I	Nb	PI	DT	RC	I	Nb	PI	DT	RC	I
5;6 ans (n= 32)	10	o	o	o	o	9	o	o	o	o	11	o	o	o	o	6	o	o	o	o
	5	+	o	o	o	6	+	o	o	o	6	+	o	o	o	2	+	o	o	o
	5	+	+	+	+	6	+	+	+	+	3	+	+	+	+					
	3	+	o	o	+	3	+	+	+	o	2	+	o	+	+					
	2	+	o	+	o	3	+	+	o	+	2	+	+	+	+					
	2	+	+	o	+	2	o	o	+	o	2	+	+	+	o					
	1	+	+	+	o	1	+	o	o	+	1	+	+	o	+					
	1	o	+	+	+	1	o	+	+	+	1	+	+	+	+					
	1	+	+	o	o	1	o	o	o	+	1	o	+	+	o					
	1	o	+	+	o						1	o	+	+	+					
6;6 ans (n= 31)	8	o	o	o	o	8	o	o	o	o	5	o	o	o	o	3	o	o	o	o
	7	+	+	+	+	7	+	o	o	o	7	+	o	o	o	2	+	o	o	o
	6	+	o	o	o	3	+	+	+	+	4	+	+	+	+	2	+	o	o	o
	3	+	o	+	+	3	o	+	o	o	4	+	+	+	+	2	+	+	+	+
	2	+	+	o	+	2	+	+	o	+	2	+	+	o	+					
	2	o	o	+	+	2	+	+	+	o	2	+	+	o	+					
	1	+	o	o	+	2	o	+	+	o	2	+	o	+	+					
	1	+	o	+	o	1	+	+	o	o	2	+	+	+	o					
	1	+	o	+	o	1	o	o	+	o	2	o	+	+	+					
	1	+	o	+	+	1	+	o	+	+	1	o	+	o	o					
7;9 ans (n= 36)	16	+	+	+	+	18	+	+	+	+	15	+	+	+	+	3	o	o	o	o
	8	+	o	o	o	6	o	o	o	o	9	+	o	o	o	3	+	o	o	o
	4	+	+	o	+	4	+	o	o	o	3	o	o	o	o	10	+	+	+	+
	4	+	o	+	+	2	+	+	o	+	4	+	+	o	o					
	3	o	o	o	o	1	+	+	+	o	2	+	+	+	o					
	1	+	o	o	+	1	o	+	+	+	2	+	o	+	+					
						1	+	o	+	o	1	o	o	+	+					
						1	+	o	+	+										
						1	+	o	o	+										
						1	o	o	o	+										

Légende : + indique une réponse correcte justifiée
o indique un échec ou une réponse non justifiée
I indique une réponse intermédiaire (par exemple :
"On ne peut pas savoir s'il y a plus de fleurs que
de marguerites parce que les marguerites sont des
fleurs").

nB: Un patron stable est un patron de réponses identique,
pour un sujet donné, dans les trois situations expérimentales.

Deux chemins aussi fréquentés se dégagent :

1) Le premier chemin passe par :

aucune réponse correcte à PI, DT, RC, I ;
réussite à PI ;
réussite à PI, DT ;
réussite à PI, DT, I ;
réussite à l'ensemble des items.

2) Le second chemin passe par :

aucune réponse correcte à PI, DT, RC, I ;
réussite à PI ;
réussite à PI, I ;
réussite à PI, I, RC ;
réussite à l'ensemble des items.

Il faut mentionner deux autres chemins un peu moins fréquentés. L'un passe par :

aucune réponse correcte à PI, DT, RC, I ;
réussite à PI ;
réussite à PI, DT ;
réussite à PI, DT, RC ;
réussite à l'ensemble des items.

L'autre passe par :

aucune réponse correcte à PI, DT, RC, I ;
réussite à PI ;
réussite à PI, RC ;
réussite à PI, RC, I ;
réussite à l'ensemble des items.

La distribution des patrons de réponses confirme les résultats précédents : d'une part l'item de pseudo-inclusion apparaît bien être la première étape de réussite, d'autre part l'absence de hiérarchie entre DT, RC et I est confirmée. C'est également ce que l'on observe à partir de la distribution des patrons de réponses, établie âge par âge (cf. annexe 2d).

II. — Etude des performances à la tâche de répétition de la question

Nous rappelons que nous avons limité la demande de répétition de la question à six items, pour un matériel donné (fleurs). On trouvera la répartition des réussites dans le tableau 21.

TABLEAU 21
Nombre de réussites à la répétition de la question

Comparaison Age	CD (F/P)	CD (F/B)	PI	RC	DT	I
5 ; 6 (n = 36)	34	19	27	25	27	33
6 ; 6 (n = 36)	28	19	24	21	19	30
7 ; 9 (n = 36)	32	31	35	26	27	36
Total (n = 108)	94	69	86	72	73	99

NB : Deux des trois comparaisons de collections disjointes et différentes mettent en jeu le matériel de fleurs :

F/P = "Y a-t-il plus de marguerites ou plus de perles ?"

F/B = "Y a-t-il plus de fleurs ou plus de petits bâtons ?"

Tous âges confondus, la répétition de la question est plus facile pour la comparaison de collections disjointes (item fruits/perles), l'item de pseudo-inclusion et l'item d'inclusion, qu'elle ne l'est pour la comparaison de collections disjointes (item fruits/bûchettes), l'item de disjonction temporelle et celui de référent collectif.

Age par âge, cette observation reste valable. A 7 ; 9 ans toutefois le nombre de répétitions correctes varie moins d'une situation à une autre.

L'analyse des erreurs montre que, dans le cas des collections disjointes, les répétitions inexactes sont des erreurs de "classes" — l'enfant répète "plus de fleurs ou plus de bâtons" au lieu de "plus de fleurs ou plus de petits bâtons". Dans les autres cas, les répétitions inexactes sont des erreurs de sous-classes — l'enfant répète : "plus de marguerites ou plus de roses" au lieu de : "plus de marguerites ou plus de fleurs".

Il apparaît qu'à situations logiquement équivalentes — cf. les items CD — le nombre de répétitions exactes diffère : des facteurs d'ordre linguistique semblent intervenir. La répétition serait d'autant plus facile que la structure de la phrase est simple et que les termes désignant la classe et la sous-classe sont distincts.

Si l'on examine la répartition des répétitions exactes (cf. tableau 21) et celle des réussites aux items correspondants (cf. tableau 22), il apparaît que l'ordre de difficulté n'est pas le même pour les deux tâches. En particulier l'item d'inclusion, qui est un des items les plus difficiles, est répété correctement par presque tous les enfants alors même que la tâche de répétition intervient après la réponse à l'item.

On trouvera dans le tableau 23 les performances obtenues simultanément aux deux épreuves.

TABEAU 22
Nombre de réussites observées aux items correspondants

Comparaison Age	CD (F/P)	CD (F/B)	PI	RC	DT	I
5 ; 6 (n = 36)	33	28	21	13	11	12
6 ; 6 (n = 36)	35	34	23	14	10	16
7 ; 9 (n = 36)	36	35	33	20	20	25
Total (n = 108)	104	97	77	47	41	53

NB : Deux des trois comparaisons de collections disjointes et différentes mettent en jeu le matériel de fleurs :

F/P = "Y a-t-il plus de marguerites ou plus de perles ?"

F/B = "Y a-t-il plus de fleurs ou plus de petits bâtons ?"

TABEAU 23
*Performances simultanées observées à l'item et à la répétition
de la question correspondant à cet item*

Items	Performance à l'item et à sa répétition	s.mq	s.mq	s.mq	s.mq
CD (F/P)	5 ; 6 (n = 36)	31	2	3	0
	6 ; 6 (n = 36)	27	8	1	0
	7 ; 9 (n = 36)	32	4	0	0
	Total (n = 108)	90	14	4	0
CD (F/B)	5 ; 6 (n = 36)	15	13	4	4
	6 ; 6 (n = 36)	19	15	0	2
	7 ; 9 (n = 36)	31	4	0	1
	Total (n = 108)	65	32	4	7
PI	5 ; 6 (n = 36)	19	2	8	7
	6 ; 6 (n = 36)	19	4	5	8
	7 ; 9 (n = 36)	32	1	3	0
	Total (n = 108)	70	7	16	15
DT	5 ; 6 (n = 36)	11	0	16	9
	6 ; 6 (n = 36)	7	3	12	14
	7 ; 9 (n = 36)	17	3	10	6
	Total (n = 108)	35	6	38	29
RC	5 ; 6 (n = 36)	13	0	12	11
	6 ; 6 (n = 36)	11	3	10	12
	7 ; 9 (n = 36)	17	3	9	7
	Total (n = 108)	41	6	31	30
I	5 ; 6 (n = 36)	12	0	21	3
	6 ; 6 (n = 36)	16	0	14	5
	7 ; 9 (n = 36)	25	0	11	0
	Total (n = 108)	53	0	46	8

Legende : s = situation (item proposé)

mq = répétition de la question

s. mq = réussite aux deux épreuves

s. mq = réussite à l'item, échec à la répétition

s. mq = échec à la situation, réussite à la répétition

s. mq = échec aux deux épreuves

NB : N'ont pas été comptées les répétitions A2B (au lieu de A1B) ou A2A (au lieu de A1A).

Ce tableau fait apparaître les résultats suivants :

1) dans le cas des classes disjointes, les réussites aux deux épreuves sont nombreuses : à 7;9 ans dans tous les cas et, à 5;6 et 6;6 ans, dans le cas de l'item CD (F/P). Lorsque les enfants ne réussissent qu'une épreuve, ceux qui réussissent l'item en échouant à la répétition sont plus nombreux que ceux qui répètent correctement en échouant à l'item, dans le cas des items CD. L'inverse est observé pour l'item PI;

2) dans le cas des classes incluses, les réussites simultanées aux deux épreuves sont moins nombreuses, surtout pour les items RC et DT. Il est notable que, parmi les enfants qui réussissent la répétition de la question, la moitié échoue simultanément à l'item correspondant.

Les enfants, très jeunes, sont capables d'un codage correct de la question et des termes employés par l'expérimentateur. La capacité d'effectuer un codage correct ne garantit pas toutefois une réelle compréhension du problème posé.

Discussion

Deux points essentiels quant à la hiérarchie des items ressortent des résultats : d'une part les comparaisons de collections disjointes sont plus faciles que les comparaisons de classes emboîtées ; d'autre part les versions modifiées de l'item d'inclusion (disjonction temporelle et référent collectif) n'ont pas été plus faciles que la version classique.

Il apparaît en outre que la répétition de la question est, en général, plus facile que l'item correspondant, surtout dans le cas des items où les classes sont en rapport d'emboîtement.

1) Comme dans la première expérience et selon notre hypothèse, les comparaisons de collections disjointes sont réussies dans la majorité des cas dès 5;6 ans. Le problème d'inclusion transformé réellement en un problème de collections disjointes donne lieu à des performances nettement supérieures à celles observées à l'item classique d'inclusion. Ces résultats sont conformes aux observations d'Inhelder, Sinclair et Bovet (1974) et contraires à celles de Piaget et Inhelder (1959). On retrouve peut-être ici encore le rôle non négligeable de l'évolution de la pédagogie entre 1959 et 1974.

Nos résultats confirment l'existence d'un palier de développement antérieur à la maîtrise des items d'inclusion et caractérisé par la réussite aux seules comparaisons de collections disjointes. Ce palier semble comprendre deux étapes dans la mesure où la comparaison de collections disjointes est plus facile lorsque les

collections sont différentes que lorsqu'elles sont identiques (item de pseudo-inclusion). Lorsque le terme de classe désignant l'une des collections peut également être appliqué à la sous-classe de l'autre collection (pseudo-inclusion), il semble qu'il y ait une source d'erreur pour l'enfant. La présence de collections identiques pourrait faciliter également l'application d'une comparaison par symétrie (classe/classe ou sous-classe/sous-classe au lieu de classe/sous-classe).

2) L'item de disjonction temporelle et l'item avec référent collectif sont de même difficulté que l'item classique d'inclusion.

a) La moins grande difficulté de l'item de disjonction temporelle est observée dans quelques cas sans que la différence soit significative. La représentation du résultat de deux actions virtuelles successives induite par cet item n'a pas eu l'effet facilitateur escompté sur les réponses d'inclusion.

On peut se demander si d'autres actions plus implicantes n'auraient pas permis d'observer cette facilitation. On pense par exemple à l'item d'Inhelder *et al.* (1974) où l'on demande à l'enfant : "Que doit dire l'enfant pour manger le plus, je vais manger tous les fruits ou je vais manger toutes les pommes ?" Il est regrettable que les auteurs n'aient pas précisé l'effet réel facilitateur d'un tel item.

Dans la mesure où nos items sont identiques à ceux qu'utilise Voelin, on peut se demander si ce que Voelin traite comme une hiérarchie d'items ne traduit pas simplement, étant donné la faiblesse des effectifs, une légère fluctuation des performances.

b) L'emploi d'un référent collectif pour désigner la classe emboîtante n'a pas non plus facilité la comparaison tout-partie. Selon Markman (1973, 1978, 1979), Markman et Seibert (1976), les problèmes qui utilisent un référent collectif sont plus faciles que les problèmes classiques d'inclusion dans la mesure où les termes collectifs renvoient à une organisation concrète des éléments constituant une collection dont la cohérence est plus grande que celle d'une classe qui renvoie à une organisation abstraite des éléments.

L'absence d'effet facilitateur du terme collectif nous amène à nous interroger sur le choix des termes collectifs. Nous avons en effet sélectionné deux termes utilisés dans de nombreuses recherches (bouquet de fleurs et collier de perles) et un terme identique à ceux qu'utilise Markman (tas de bâtons). Or, aucun de ces référents ne facilite la comparaison tout-partie. Il n'est pas impossible que les référents collectifs aient un pouvoir de cohésion de la classe emboîtante qui diffère selon la langue. Toutefois, dans une recherche récente, en anglais, Dean, Chabaud et Bridges (1981) n'observent pas systématiquement un effet facilitateur des termes collectifs. S'il existe pour le terme "*family*", il n'est pas observé dans tous les cas pour le terme "*army*" (3). La plus grande facilité des termes collectifs

(3) "*Family*" et "*army*" sont des termes collectifs utilisés par Markman.

sur les termes de classes n'est pas vérifiée systématiquement. Elle semble dépendre de nombreux facteurs, en particulier de la signification des termes collectifs qui varierait non seulement d'une langue à une autre mais également d'un sujet à un autre. Elle dépendrait également de l'expérience de l'enfant. Ainsi le terme "*army*" pourrait, à cet égard, ne pas être plus cohérent que le terme "*soldiers*".

Ces divers résultats montrent la nécessité d'une étude plus fine et différentielle de l'effet facilitateur des référents collectifs.

3) Il apparaît que le nombre de réussites à la tâche de répétition de la question est d'autant plus important que la structure de la phrase est simple et que les termes désignant les classes et sous-classes sont différents. Des facteurs sémantiques et syntaxiques interviendraient davantage dans le codage verbal que dans la comparaison de collections. Si la répétition de la question est en général plus facile que la réponse à l'item correspondant, deux cas doivent cependant être distingués :

a) Lorsque les classes sont en rapport d'emboîtement, la répétition de la question est toujours la plus facile des deux épreuves. Un grand nombre d'enfants échouent à l'item tout en répétant correctement la question : malgré un codage "correct" des données, les enfants transforment le problème d'inclusion en un problème de comparaison de collections disjointes ; le terme de classe semble, dans ce cas, utilisé pour désigner la sous-classe complémentaire.

b) Lorsque les collections à comparer sont disjointes, les réussites aux deux épreuves sont nombreuses. Toutefois quelques enfants réussissent la comparaison de collections disjointes tout en donnant un codage inexact des termes de la question. Les erreurs de codage semblent indiquer que l'enfant estime pertinent d'épuiser l'ensemble des éléments présents dans la comparaison à effectuer.

La répétition exacte de la question ne garantit pas une compréhension correcte de la tâche. Il ne semble pas que ce soit au niveau de l'encodage verbal que réside la difficulté pour l'enfant lorsqu'il doit comparer une classe et une sous-classe en rapport d'emboîtement, contrairement à ce que laisserait prévoir le modèle de Klahr et Wallace (1976). Pour le moins, un ajustement entre codage verbal et codage perceptif semble être nécessaire.

DEUXIÈME PARTIE
DE L'INCLUSION CLASSIQUE
A L'INCLUSION LOGIQUE

CHAPITRE III

PROBLEMES D'INCLUSION : FORME CLASSIQUE ET FORMES MODIFIEES

ETUDE DE LEUR RESOLUTION ENTRE 6 ET 11 ANS

Position du problème

Dans les deux expériences précédentes, on a tenté de déterminer les étapes qui peuvent jalonner le chemin menant de la réussite aux comparaisons de collections disjointes à celle des comparaisons impliquées dans le problème classique d'inclusion. On a fait l'hypothèse que, dans cette situation, l'enfant résout le problème d'inclusion en le transformant en un problème de collections disjointes. Cette hypothèse, qui découle des travaux de Markman (1978) et de Voelin (1976) reste à vérifier.

Dans la perspective piagétienne l'inclusion, telle qu'elle est évaluée dans *La genèse du nombre chez l'enfant* et *La genèse des structures logiques élémentaires*, traduit le passage de la comparaison de sous-classes considérées en tant que collections à la comparaison d'une classe et d'une sous-classe en rapport d'emboîtement. Elle témoigne de l'existence, chez le sujet, d'une structure cognitive isomorphe au groupement additif des classes (Piaget et Inhelder, 1963, 1965).

Les résultats d'une étude piagétienne plus récente indiqueraient, en outre, que la réussite à l'item classique d'inclusion correspond à l'abstraction réfléchissante, c'est-à-dire à une abstraction tirée des propriétés des actions (ici, action de réunir et de dissocier des ensembles), tandis que l'échec, qui se traduit par une comparaison de sous-classes, renvoie à une abstraction empirique, c'est-à-dire à une abstraction tirée des seules propriétés des objets (Piaget, Voelin-Liambey, Berthoud-Papandropoulou, 1977). Dans cette même étude, les auteurs rappellent que les réponses correctes et justifiées traduisent une organisation cognitive isomorphe au groupement additif des classes.

Or, les travaux de Markman et de Voelin, cités ci-dessus, montrent que les réponses correctes dépendent d'un constat "empirique" dans la mesure où,

jusqu'à 10-11 ans, elles ne se généralisent pas à des situations de structure identique mais où les données figuratives sont réduites. Il apparaît clairement que des items tels que "Dans ta ville, y a-t-il plus de fleurs ou plus de marguerites ?" ou bien "Crois-tu qu'il serait possible d'avoir plus de marguerites que de fleurs ?" sont rarement résolus avant l'âge de 11 ans. Ces résultats conduisent Voelin et Markman à douter du statut "logique" des réponses classiques d'inclusion. Celles-ci renverraient à diverses techniques de représentation du problème et varieraient en fonction des indices figuratifs dont dispose l'enfant.

L'objectif de cette expérience est de dégager des niveaux de résolution du problème d'inclusion en fonction d'une réduction des indices perceptifs utilisables par le sujet, c'est-à-dire en fonction du caractère empirique ou logique des épreuves.

Les situations d'inclusion que nous avons retenues sont au nombre de quatre.

1) Une situation classique avec présentation de deux sous-classes constituant une classe bien connue des enfants.

2) Une situation verbale. Selon Wohlwill (1968), les items verbaux sont plus faciles que les items classiques. Toutefois Winer (1974), en harmonisant les conditions de présentation des items concrets et verbaux n'observe plus cet effet de "facilitation verbale", pas plus que ne l'observe Jennings (1970) lorsque seules les réponses correctes justifiées sont prises en compte. Ainsi lorsque l'extension des classes est limitée et restreinte, l'item verbal ne semble pas plus difficile que l'item classique. Par contre, on accroît la difficulté de l'item verbal lorsque l'extension de la classe est illimitée (Lasry, Laurendeau, 1969) et plus encore lorsque l'extension de la classe est limitée mais importante (Longeot, 1969). Nous avons choisi l'item de Longeot.

3) Une situation "écran". Nous reprenons un des items de Markman (1978) qui se révèle difficile pour des enfants incluants au sens piagétien. Il est présenté de la façon suivante : après avoir constaté que l'enfant répond correctement à l'item classique, on intercale un écran entre l'enfant et le matériel, on informe l'enfant qu'on enlève au hasard quelques éléments de la classe sans préciser lesquels et on demande s'il reste plus d'éléments appartenant à la classe ou plus d'éléments appartenant à la sous-classe. Bien que Markman n'ait pas hiérarchisé les trois items de son épreuve, il ressort que l'item "écran", au vu des résultats, serait le plus difficile.

4) Une situation "modification". Dans l'expérience de Markman (1978) et dans celle de Voelin (1976), cet item donne également lieu à une chute des performances, y compris chez des enfants incluants (Markman). Il est présenté de la façon suivante dans l'expérience de Markman : après avoir disposé un matériel devant l'enfant, on demande s'il serait possible d'obtenir une sous-classe plus grande que la classe. La présentation des collections, dans ce cas, et l'absence

de tout matériel visible dans le cas de la situation "écran" rendent les items non équivalents du point de vue des indices perceptifs à la disposition de l'enfant et pourraient rendre compte de l'ordre de difficulté observé. Afin d'harmoniser les situations de ce point de vue, nous avons choisi de ne présenter aucun matériel dans le cas de la situation "modification".

Nous procéderons, en outre, pour chaque item d'inclusion, à un interrogatoire complémentaire qui comporte des tâches d'inégale difficulté adaptées de celles utilisées par Piaget, Voelin-Liambey et Berthoud-Papandropoulou (1977) dans l'étude de l'inclusion et des niveaux d'abstraction réfléchissante. Si ces auteurs restent fidèles à l'entretien clinique piagétien, nous avons choisi pour notre part un interrogatoire systématique et identique pour tous les enfants. Cet interrogatoire comprend quatre tâches :

- 1) On demande à l'enfant de répéter la question posée par l'expérimentateur.
- 2) On ajoute ensuite quelques éléments appartenant à la même classe emboîtant mais tels que certains constituent une nouvelle sous-classe. On demande alors à l'enfant de continuer le même jeu en posant la question d'inclusion à la place de l'expérimentateur.
- 3) On propose ensuite un nouveau matériel. Après une phase de familiarisation avec celui-ci, on demande à l'enfant de continuer le jeu précédent et de poser à la place de l'expérimentateur la question adéquate.
- 4) Après un rappel de la question d'inclusion, on demande à l'enfant d'expliquer comment il procède pour trouver la réponse.

Pour chaque situation expérimentale une question d'inclusion est posée avant et après cet interrogatoire.

La relation entre les épreuves de l'interrogatoire complémentaire et les items d'inclusion devrait nous permettre de préciser le statut des réponses :

On a constaté dans l'expérience précédente que l'enfant répète correctement la question avant de réussir la quantification de l'inclusion. La même hiérarchie devrait être observée, quel que soit l'item d'inclusion.

Les enfants qui recourent à un constat empirique pour conclure à la supériorité de la classe sur la sous-classe ne devraient pas réussir à abstraire la structure du problème ni à l'appliquer à de nouveaux contenus. L'inclusion devrait être plus facile que les reproductions du jeu sur un matériel différent.

Par contre la reproduction du jeu sur un même matériel peut n'être qu'une répétition de la question, elle devrait être plus facile que l'inclusion.

L'enfant devrait réussir l'inclusion avant de pouvoir expliciter sa "stratégie".

Hypothèses

1) L'ordre de difficulté des items devrait être le suivant : l'item classique devrait être plus facile que l'item verbal, lui-même plus facile que les items "écran" et "modification".

2) On s'attend à ce que les patrons de réponses individuels confirment la hiérarchie des items.

3) Les épreuves de l'interrogatoire complémentaire et les épreuves d'inclusion devraient se hiérarchiser de la façon suivante :

a) La répétition de la question devrait être plus facile que l'inclusion.

b) La reproduction du jeu sur un même matériel devrait être plus facile que l'inclusion.

c) La reproduction du jeu sur un matériel différent devrait être plus difficile que l'inclusion.

d) L'enfant devrait réussir l'item d'inclusion avant d'explicitier sa "stratégie" de résolution.

4) On s'attend à un effet de l'âge.

5) Hypothèses complémentaires. On s'attend à ce que ni le matériel ni le sexe des sujets n'affectent les performances. On s'attend à ce qu'il n'y ait pas d'effet de l'interrogatoire sur les performances aux items d'inclusion.

Présentation de l'expérience

Population

L'expérience a porté sur 120 enfants répartis en six niveaux d'âge et provenant d'une école primaire et d'une école maternelle de la banlieue parisienne. Les âges moyens des six groupes sont les suivants, l'indice de dispersion des âges étant indiqué entre parenthèses : 5 ; 7 ans ($s = 3$, 2 mois), 6 ; 6 ans ($s = 3$, 3 mois), 7 ; 7 ans ($s = 5$, 4 mois), 8 ; 10 ans ($s = 5$, 4 mois), 10 ; 1 ans ($s = 5$, 9 mois) et 11 ; 2 ans ($s = 5$, 7 mois). Filles et garçons sont en nombre équivalent à chaque niveau d'âge.

Matériel

Il est constitué :

d'un matériel d'images de fruits (de dimensions 6×6 cm). Chaque image ne

comporte qu'un fruit. Il y a 7 pommes, 3 oranges et 2 citrons. Lorsque l'expérimentateur ajoute des fruits à cet ensemble, il s'agit de 2 bananes et 1 pomme ;

d'un matériel d'éléments de forme géométrique tridimensionnelle en bois naturel. L'épaisseur (0,5 cm) est la même pour tous les "jetons" et l'une des deux autres dimensions est de 3 cm. Il y a 7 carrés, 3 ronds et 2 triangles. Lorsque l'expérimentateur ajoute des jetons à cet ensemble, il s'agit de 2 rectangles et 1 carré.

Procédure

A chaque niveau d'âge les sujets sont répartis au hasard en deux groupes. L'un des groupes (5 filles et 5 garçons par niveau d'âge) répond à des questions d'inclusion posées sur le matériel d'images de fruits, l'autre groupe (même composition) répond à des questions d'inclusion posées sur le matériel de formes géométriques.

Les enfants des 12 groupes ont été soumis aux mêmes épreuves. Quatre situations sont proposées à chaque enfant, dans un ordre invariable et de telle façon que l'ordre de présentation des termes de classes et de sous-classes est contrebalancé. Nous avons choisi un ordre invariable de présentation des situations, d'une part pour ne pas confronter d'emblée l'enfant à l'un des items les plus difficiles et d'autre part par commodité. Nous avons donc choisi de présenter d'abord l'item classique, auquel a succédé par commodité l'item "écran". L'item "modification" a précédé l'item verbal afin que l'enfant ne se réfère pas aux indices numériques de l'item verbal pour résoudre l'item "modification". Pour toutes ces situations, on procède préalablement à une familiarisation avec le matériel qui implique la reconnaissance des objets, leur dénomination et la vérification de l'utilisation du nom générique pour l'ensemble présenté (fruits ou jetons).

1) Situation classique d'inclusion

Elle comporte trois phases.

a) Question-clé d'inclusion

On dispose en désordre devant l'enfant les images de fruits (ou les jetons). On demande : "Devant toi y a-t-il plus de fruits ou plus de pommes ?" (ou bien : "Y a-t-il plus de jetons ou plus de carrés ?").

b) Quelle que soit la réponse et la justification de l'enfant à la question d'inclusion, on demande :

- de répéter la question d'inclusion ;
- de reproduire la situation d'inclusion sur un même matériel auquel on

ajoute quelques éléments appartenant à la même classe emboîtante (deux bananes et une pomme s'il s'agit du matériel de fruits, deux rectangles et un carré s'il s'agit du matériel de jetons). On dit à l'enfant de faire le même jeu que l'expérimentateur et de poser à ce dernier la question. L'enfant est libre de disposer le matériel comme il l'entend ;

- de reproduire la situation d'inclusion sur un matériel différent (fruits ou jetons selon les groupes). On dit à l'enfant que c'est à lui de poser les questions et qu'il doit continuer le même jeu que précédemment ;

- après le rappel de la question-clé d'inclusion, on demande : "Comment as-tu fait pour trouver la réponse à ma question ?"

c) Reprise de la question-clé initiale

2) Situations modifiées d'inclusion

Elles sont au nombre de trois et comportent, comme la situation classique, trois étapes :

- une question-clé d'inclusion ;

- des tâches complémentaires (demande de répétition, reproductions du jeu, stratégie de l'enfant) ;

- une reprise de la question-clé d'inclusion.

a) Situation "écran"

Les éléments d'abord présentés à l'enfant sont cachés derrière un écran. Après avoir posé la question classique d'inclusion, on demande : "J'enlève quelques fruits ; sans que tu puisses voir ceux que j'ai enlevés, peux-tu me dire s'il reste plus de pommes ou plus de fruits ?" (ou bien : "J'enlève quelques jetons ; sans que tu puisses voir ceux que j'ai enlevés, peux-tu me dire s'il reste plus de jetons ou plus de carrés ?").

Les éléments restent cachés lors de la demande de répétition de la question et de la reproduction de la situation sur le même matériel. Par contre, lors de la demande de reproduction de la situation d'inclusion sur un autre matériel, les éléments sont disposés en désordre devant l'enfant qui est libre de les cacher ou non.

b) Situation "modification"

Les matériels sont rangés hors de la vue de l'enfant. On demande : "Crois-tu qu'il serait possible d'avoir plus de pommes que de fruits (plus de carrés que de jetons) ?" Si la réponse est correcte et justifiée on ajoute : "Si on enlève tous les

fruits qui ne sont pas des pommes, si on ne laisse que les pommes, aura-t-on plus de pommes ou plus de fruits ?” (ou bien : “Si on enlève tous les jetons qui ne sont pas des carrés, si on ne laisse que les carrés, aura-t-on plus de jetons ou plus de carrés ?”).

Il n'est pas possible dans ce cas de demander à l'enfant de reproduire la situation sur un matériel auquel on ajoute une nouvelle sous-classe.

c) Situation verbale

Les matériels étant rangés hors de la vue de l'enfant, on demande : “Dans mon jardin, j'ai 30 pommes, 10 oranges et 7 citrons. Y a-t-il plus de fruits ou plus de pommes dans mon jardin ?” (ou bien : “Dans ma chambre, j'ai 30 carrés, 10 ronds et 7 triangles. Y a-t-il plus de carrés ou plus de jetons dans ma chambre ?”).

Dans tous les cas, une justification est demandée après la réponse de l'enfant à la question d'inclusion.

Le tableau 24 récapitule la succession des situations et des questions.

TABLEAU 24

Récapitulatif des situations et des épreuves proposées à chaque enfant

Situation Phases	Classique	Ecran	Modification	Verbale
1. Question-clé (QC1)	Matériel visible “Y a-t-il plus de A ou plus de B ?”	Matériel caché “J'enlève quelques B au hasard. Reste-t-il plus de A ou plus de B ?”	Présentation verbale “ Crois-tu qu'il serait possible d'avoir plus de A que de B ? Comment ?”	Présentation verbale “J'ai 30 A, 10 A' et 7 A”. Ai-je plus de A ou plus de B ?”
2. Questionnement complémentaire	1. Répétition de la question-clé d'inclusion 2. Reproduction du jeu sur un même matériel (excepté pour l'item Modification) 3. Reproduction du jeu sur un matériel différent 4. Formulation par l'enfant de sa stratégie de résolution			
3. Reprise de la question-clé initiale (QC2)	id. à QC1	id. à QC1	id. à QC1	id. à QC1

Résultats

On présentera d'abord les résultats obtenus dans les diverses situations d'inclusion, puis les résultats obtenus aux tâches de l'interrogatoire complémentaire.

I. – Etude des performances observées dans les quatre situations d'inclusion

A – Etude des performances selon l'âge et les situations

On trouvera dans le tableau 25 la répartition de l'effectif des enfants qui ont réussi chaque item d'inclusion ou donné des réponses intermédiaires (1).

TABLEAU 25

Répartition des réponses correctes justifiées et des réponses intermédiaires selon l'âge et les situations expérimentales

Situation Age	Classique				Ecran				Modifica- tion	Verbale			
	QC1		QC2		QC1		QC2		QC1 QC2	QC1		QC2	
	R	I	R	I	R	I	R	I	R R	R	I	R	I
5 ; 7 (n = 20)	1	0	0	0	0	0	0	0	0 0				
6 ; 6 (n = 20)	2	0	5	0	1	0	0	0	0 0	1	0	0	0
7 ; 7 (n = 20)	6	0	6	0	2	0	1	0	0 0	1	0	5	0
8 ; 10 (n = 20)	12	0	10	0	7	0	7	0	2/1 2/1	6	1	7	0
10 ; 1 (n = 20)	8	2	10	1	4	1	4	1	4/1 4/1	7	1	8	2
11 ; 2 (n = 20)	12	2	14	2	5	1	5	1	6/6 8/6	12	2	10	2
Total (n = 120)	41	4	45	3	19	2	17	2	12/8 14/8	27	4	30	4

Légende : – QC1 et QC2 correspondent aux deux questions-clés d'inclusion, l'une posée avant (QC1), l'autre posée après (QC2) les demandes de répétition de la question et reproduction du jeu.

– La question Modification comporte deux questions (cf. p. 84). Le chiffre à gauche dans la colonne correspond aux réussites obtenues à la première question, le chiffre à droite correspond à celles observées à la seconde question.

– R indique les réponses correctes justifiées
I indique les réponses intermédiaires.

– Les enfants de 5 ; 7 ans n'ont été interrogés que sur les trois premières situations.

1. Répartition des réussites

Les figures 5a et 5b visualisent la répartition des réponses correctes justifiées.

L'étude du tableau 25 et des figures 5a et 5b met en évidence les points suivants :

il y a très peu de réussites avant 7 ; 7 ans ;

(1) On rappelle que les réponses intermédiaires sont des réponses incorrectes assorties d'une justification exacte.

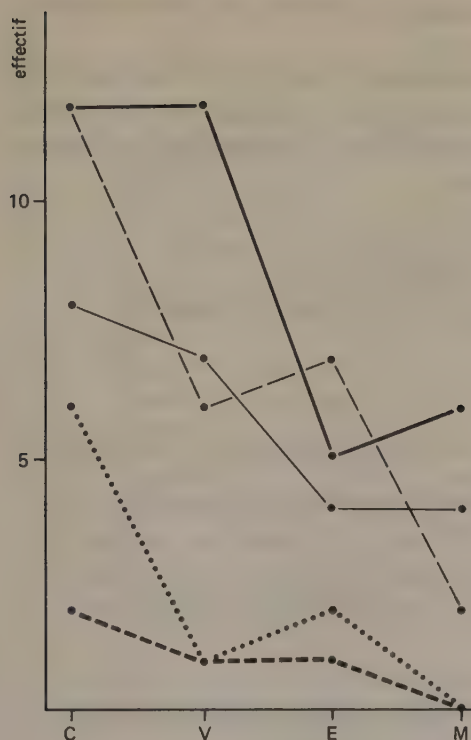


Figure 5a. — Répartition des réussites à la 1^{ère} question-clé d'inclusion selon l'âge et les situations.

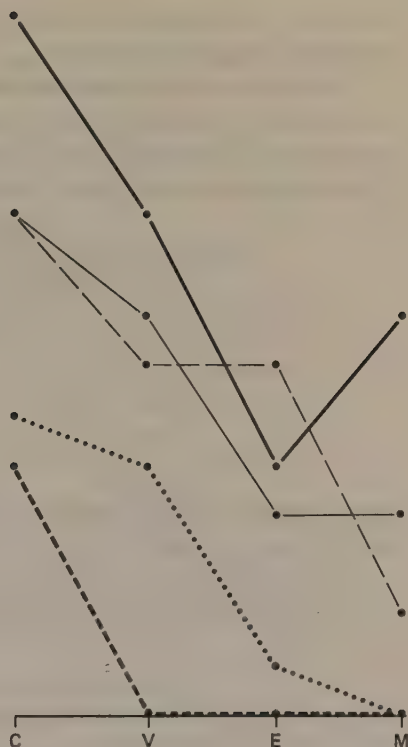


Figure 5b. — Répartition des réussites à la seconde question-clé d'inclusion selon l'âge et les situations.

Légende : Les sigles C, V, E, M renvoient aux situations expérimentales

- 6 ; 6 ans
- 7 ; 7 ans
- . - . 8 ; 10 ans
- 10 ; 1 ans
- 11 ; 2 ans

à 7 ; 7 ans on observe des réussites à l'item classique (QC1 et QC2) et à l'item verbal (QC2) ;

à partir de 8 ; 10 ans, aucun item ne donne lieu à des performances nulles ; même à 11 ; 2 ans aucun item ne donne lieu à des performances maximales ; les items classique et verbal sont mieux réussis que les items "écran" et "modification", excepté à 8 ; 10 ans : à cet âge les enfants réussissent également l'item verbal et l'item "écran".

Etant donné le petit nombre de réussites, il ne nous est pas possible d'utiliser

le test du X^2 dans la détermination du seuil de signification des différences observées selon l'âge et les situations.

Nous avons utilisé le test statistique du signe (cf. Siegel, 1956) dans l'étude des différences de performances en fonction des items. Le tableau 26 récapitule la répartition des différences significatives entre les items pris deux à deux, à chaque âge et pour chaque question-clé d'inclusion.

TABLEAU 26
Différences significatives (à .05) entre les situations à chaque âge et pour chaque question-clé d'inclusion

7 ; 7	QC1	C > M	C > V	
	QC2	C > E	C > M	V > M
8 ; 10	QC1	C > E	C > M	C > V E > M
	QC2		C > M	E > M
10 ; 1	QC1		C > M*	
	QC2	C > E	C > M	
11 ; 2	QC1	C > E	C > M	V > M V > E
	QC2	C > E	C > M	

NB : * sign, à .06

Légende : C > M: l'item C est mieux réussi que l'item M

Il apparaît que l'item classique est significativement mieux réussi que l'item "modification" dans tous les cas et il est mieux réussi que l'item "écran" dans cinq cas sur huit. Ces résultats ont toutefois une portée limitée dans la mesure où ils concernent un nombre restreint d'enfants (5 à 10 enfants par âge et par item). De ce fait on indique l'ordre de difficulté des items d'inclusion à partir des réponses des enfants qui réussissent un item au moins et trois items au plus (2). Le tableau 27 indique le nombre et le pourcentage de réussite à chacun des items pour l'effectif des enfants qui réussissent partiellement les items d'inclusion.

L'ordre de difficulté des items, qui ne varie pas d'une question-clé à l'autre, est le suivant : les réussites les plus nombreuses sont obtenues à l'item classique. L'item verbal est ensuite mieux réussi que l'item "écran", lui-même mieux réussi que l'item "modification".

Les performances ne diffèrent pas en fonction du matériel (cf. annexe 3a), ni en fonction du sexe des enfants (cf. annexe 3b). Les performances obtenues à QC1 et QC2 ne diffèrent pas non plus (cf. annexe 3c).

(2) En effet les enfants qui échouent totalement ou ceux qui réussissent l'ensemble des items ne nous apprennent rien quant à la difficulté relative des items.

TABLEAU 27

*Nombre et pourcentage de réussite à chaque situation d'inclusion
pour les enfants ayant réussi partiellement*

Situation Question - clé	Nombre de sujets	Classique	Ecran	Modifi- cation	Verbale
QC1	41	34 (83 %)	14 (34 %)	4 (10 %)	22 (54 %)
QC2	44	39 (89 %)	12 (27 %)	6 (14 %)	25 (57 %)

2. Répartition des réponses intermédiaires (cf. tableau 25)

Les réponses intermédiaires (réponse fausse avec justification exacte, du type : "On ne peut pas savoir s'il y a plus de fruits ou plus de pommes parce que les pommes sont des fruits") apparaissent à 8 ; 10 ans et sont présentes jusqu'à 11 ; 2 ans. Elles sont observées dans les situations classique, verbale et "écran".

B — Etude des patrons de réponses individuels

Les patrons de réponses sont constitués, comme précédemment, de la suite des réponses correctes, fausses ou intermédiaires que l'enfant donne au cours de l'expérience. Les divers patrons de réponses observés et leur effectif sont donnés dans le tableau 28.

L'observation de ce tableau met en évidence l'importance des patrons d'échec total qui persistent jusqu'à 11 ; 2 ans. Le patron d'échec mis à part, le patron le plus fréquent correspond, pour les plus jeunes enfants, à une réussite à l'item classique et, pour les enfants plus âgés, à une réussite aux items classique et verbal.

Les figures 6a et 6b représentent, pour QC1 et QC2 respectivement, la distribution des patrons de réponses, distribution organisée par la relation d'inclusion dans le diagramme en treillis du simplexe S_4 .

Malgré la faiblesse des effectifs, un chemin unique apparaît, identique pour QC1 et QC2, qui passe par :

- aucune réponse correcte ;
- une réussite à l'item classique lorsqu'une réponse correcte est donnée ;
- une réussite aux items classique et verbal lorsque deux réponses correctes sont données ;

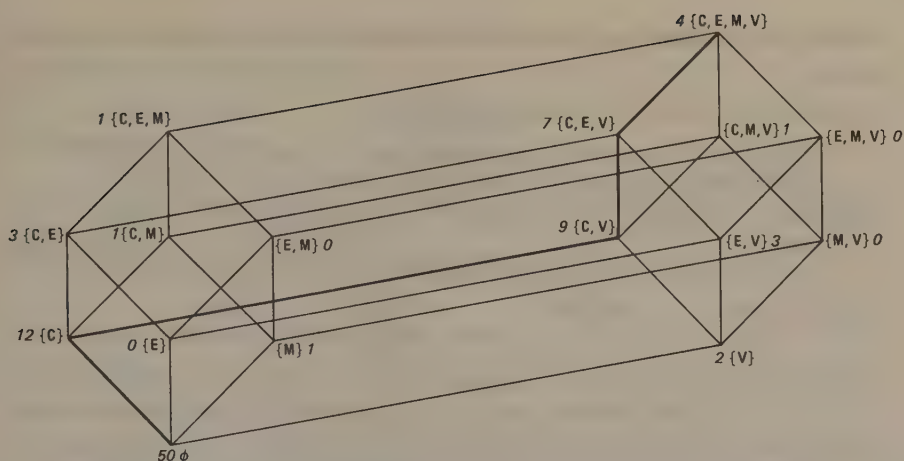


Fig. 6a. — Diagramme en treillis de la distribution des patrons de réponses (QC1)

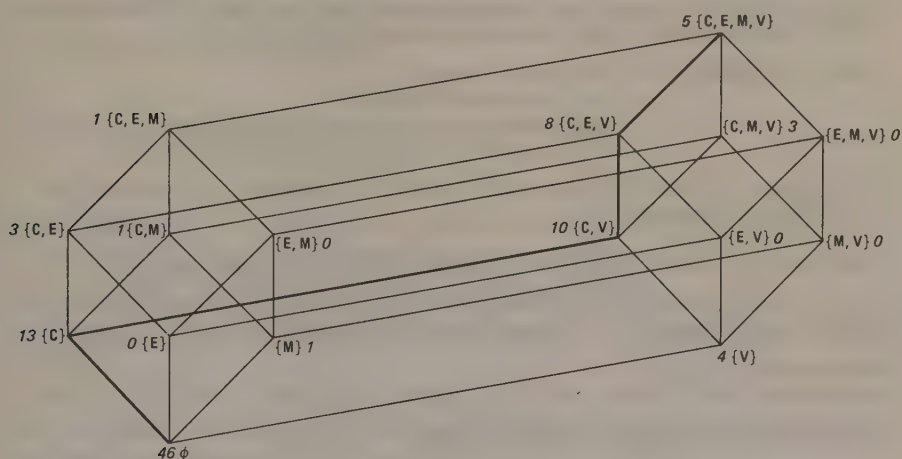


Fig. 6b. — Diagramme en treillis de la distribution des patrons de réponses (QC2)

une réussite aux items classique, verbal et “écran” lorsque l’enfant répond à trois items ;

une réussite à l’ensemble des items.

La distribution des patrons confirme la hiérarchie des items dégagée antérieurement.

II. — Etude des performances aux tâches de l’interrogatoire complémentaire

A — Tâche de répétition de la question et de reproduction du jeu

On trouvera dans le tableau 29 les performances observées à la répétition de la question et aux reproductions du jeu sur un même matériel et sur un matériel

différent. On rappelle les performances obtenues aux deux questions-clés d'inclusion.

TABLEAU 29
Réussites observées aux questions-clés d'inclusion (QC1 et QC2) et aux tâches de répétition de la question et reproduction de la situation, à chacun des âges

Situation Age	Classique					Ecran					Modification				Verbale							
	INC	m	q	m	j	dj	INC	INC	m	q	m	j	dj	INC	INC	m	q	m	j	dj	INC	
	QC1						QC2	QC1						QC2	QC1						QC2	
5 ; 7	1	1	1	0	0		0	0	3	1	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	
6 ; 6	2	5	3	0	5		1	1	7	2	2	0		0	4	0	0	1	3	2	1	0
7 ; 7	6	10	7	3	6		2	2	8	6	2	1		0	2	0	0	1	6	3	1	5
8 ; 10	12	17	3	4	10		7	7	18	12	4	7		2/1	5	2	2/1	6	13	4	2	7
10 ; 1	8	15	8	4	10		4	4	16	12	5	4		4/1	9	4	4/1	7	17	14	4	8
11 ; 2	12	16	5	4	14		5	5	18	9	6	5		6/6	13	6	8/6	12	16	10	9	10

NB : La situation verbale n'a pas été présentée aux enfants de 5 ; 7 ans.

Légende : INC QC1 et INC QC2 : items d'inclusion

m : répétition de la question

q : reproduction du jeu sur le même matériel

dj : reproduction du jeu sur un matériel différent

1. Répétition de la question

A partir de 7 ; 7 ans le nombre de répétitions correctes est à peu près le même, à un âge donné, pour les items classique, verbal et "écran". La répétition est plus difficile dans le cas de l'item "modification" : elle est à peine réussie par la moitié de l'effectif à 10 ; 1 ans.

2. Reproduction du jeu sur un même matériel

Cette tâche a été plus difficile que la tâche de répétition de la question. Les performances évoluent de la façon suivante :

à 7 ; 7 ans, le nombre de réussites ne varie guère en fonction des items d'inclusion ;

à 8 ; 10 ans, les réussites les plus nombreuses sont observées dans la situation "écran" ; elles sont peu importantes dans les situations classique et verbale ;

à 10 ; 1 et 11 ; 2 ans, les réussites croissent d'une situation à l'autre au cours du déroulement de l'expérience.

3. Reproduction du jeu sur un matériel différent

Cette épreuve a été la plus difficile. Quelques réussites sont observées à partir de 7 ; 7 ans. A 11 ; 2 ans, moins de la moitié de l'effectif réussit l'épreuve ;

à 8 ; 10 ans et 10 ; 1 ans, les performances sont à peu près les mêmes dans toutes les situations d'inclusion ;

à 11 ; 2 ans, le nombre des réussites croît légèrement au cours du déroulement de l'expérience.

B — Etude simultanée des performances aux tâches de répétition et de reproduction du jeu et aux items d'inclusion

1. Inclusion et répétition de la question

Les performances obtenues simultanément aux deux questions-clés d'inclusion et à la répétition de la question sont données dans le tableau 30.

On constate que la plupart des enfants qui réussissent l'inclusion réussissent la répétition de la question correspondante. Par contre, la moitié de l'effectif —les deux tiers à 5 ; 6 ans— des enfants qui répètent correctement la question échoue à l'item d'inclusion correspondant.

2. Inclusion et reproduction du jeu sur un même matériel

Les performances obtenues simultanément aux questions-clés d'inclusion et à la reproduction du jeu sur un même matériel sont données dans le tableau 31.

Les échecs à l'une et l'autre épreuves sont nombreux jusqu'à 7 ; 7 ans. De 8 ; 10 ans à 11 ; 2 ans, ils sont le fait d'un quart de l'effectif.

Deux cas doivent être distingués lorsque les enfants réussissent l'une ou l'autre épreuve :

pour les situations classique et verbale, les enfants reproduisent correctement le jeu en échouant à l'item d'inclusion correspondant ou, inversement, réussissent l'inclusion sans réussir la reproduction du jeu ;

pour la situation "écran", les enfants qui réussissent l'inclusion réussissent également la reproduction du jeu, tandis que ceux qui réussissent la reproduction du jeu ne réussissent pas forcément l'inclusion.

3. Inclusion et reproduction du jeu sur un matériel différent

Les performances obtenues simultanément aux questions-clés d'inclusion et à la reproduction du jeu sur un matériel différent sont données dans le tableau 32.

La majorité des enfants échoue aux deux épreuves. Quelle que soit la situation, les enfants qui réussissent la reproduction du jeu réussissent l'item d'inclusion correspondant.

L'inverse n'est vrai que dans le cas des situations "écran" et "modification".

TABLEAU 30

Performances observées à l'inclusion (I) et à la répétition de la question d'inclusion (mq) selon l'âge et les situations

Inclusion et répétition de la question		I.mq		$\bar{I}.mq$		I. $\overline{mq}$		$\bar{I}.\overline{mq}$	
Situation	Age	QC1	QC2	QC1	QC2	QC1	QC2	QC1	QC2
Classique	6 ; 6	1	1	4	4	1	4	14	11
	7 ; 7	4	5	6	5	2	1	8	9
	8 ; 10	10	9	6	7	1	1	1	1
	10 ; 1	8	9	5	5	0	1	5	4
	11 ; 2	9	11	6	4	2	2	0	0
	Total	32	35	27	25	6	9	28	25
Ecran	6 ; 6	1	0	6	7	0	0	13	13
	7 ; 7	1	0	7	8	1	1	10	10
	8 ; 10	7	7	11	11	0	0	2	2
	10 ; 1	4	4	11	11	0	0	2	2
	11 ; 2	4	4	13	13	0	0	1	1
	Total	17	15	48	50	1	1	28	28
Modification	6 ; 6	0	0	4	4	0	0	16	16
	7 ; 7	0	0	2	2	0	0	18	18
	8 ; 10	1	1	4	4	1	1	14	14
	10 ; 1	3	3	6	6	1	1	10	10
	11 ; 2	5	7	8	5	1	1	6	5
	Total	9	11	24	21	3	3	64	63
Verbale	6 ; 6	0	0	2	2	1	0	16	17
	7 ; 7	0	1	6	5	1	4	13	10
	8 ; 10	5	6	7	7	1	1	6	6
	10 ; 1	7	8	9	7	0	0	3	3
	11 ; 2	11	9	4	6	1	1	2	2
	Total	23	24	28	27	4	6	40	38

Légende :
 I. mq = réussite aux deux épreuves
 $\bar{I}.mq$ = échec à l'inclusion, réussite à la répétition
 I. $\overline{mq}$ = réussite à l'inclusion, échec à la répétition
 $\bar{I}.\overline{mq}$ = échec aux deux épreuves

NB : Dans les tableaux 30, 31, 32 n'ont pas été considérées les réponses intermédiaires (I) à l'inclusion, les réponses de reproduction ni fausses ni justes (comparaison B/A' ou B/A'').

Dans le cas des situations classique et verbale, les enfants qui réussissent l'inclusion ne réussissent pas nécessairement la reproduction du jeu.

Il faut mentionner que quelques enfants de 8 ; 10 ans réussissent l'item "écran" sans réussir le jeu et quelques enfants de 11 ; 2 ans, dans le cas des situations "écran" et "modification", réussissent le jeu ou l'inclusion.

TABLEAU 31

Performances observées à l'inclusion (I) et à la reproduction de l'inclusion sur un même matériel (mj) selon l'âge et les situations

Inclusion et reproduction sur un même matériel		I.mj		$\bar{I}.mj$		$I.\bar{m}\bar{j}$		$\bar{I}.\bar{m}\bar{j}$	
Situation	Age	QC1	QC2	QC1	QC2	QC1	QC2	QC1	QC2
Classique	6 ; 6	0	0	2	2	2	5	16	13
	7 ; 7	2	2	5	5	4	4	9	9
	8 ; 10	1	1	2	2	6	4	6	7
	10 ; 1	3	3	3	4	2	3	5	5
	11 ; 2	3	3	2	2	6	4	3	1
	Total	9	9	14	15	20	20	39	35
Ecran	6 ; 6	1	0	1	2	0	0	17	17
	7 ; 7	1	0	5	6	1	1	13	13
	8 ; 10	4	4	8	8	0	0	5	5
	10 ; 1	1	1	10	10	0	0	3	3
	11 ; 2	3	3	6	5	2	2	5	5
	Total	10	8	30	31	3	3	43	43
Verbale	6 ; 6	1	0	1	2	0	0	18	18
	7 ; 7	0	0	3	3	1	5	16	12
	8 ; 10	1	1	3	3	4	5	9	9
	10 ; 1	6	6	6	5	1	2	5	4
	11 ; 2	7	6	2	3	1	0	3	4
	Total	15	13	15	16	7	12	51	47

Légende

I. mj = réussite aux deux épreuves

 $\bar{I}.mj$ = échec aux deux épreuves $\bar{I}.mj$ = échec à l'inclusion, réussite à la reproduction du jeu $I.\bar{m}\bar{j}$ = réussite à l'inclusion, échec à la reproduction du jeu.

C – Etude des “stratégies” de résolution

Après les tâches de reproduction du jeu, nous avons demandé à chaque enfant quelle était sa “stratégie” de résolution.

1. Les diverses catégories de “stratégies”

Les procédures de résolution qui ont été spontanément évoquées ont été classées en cinq catégories :

a) Référence à la relation nécessaire entre classe et sous-classe en rapport d'emboîtement. Il s'agit d'enfants qui, à la question : “Comment as-tu fait pour trouver la réponse à la question que je t'ai posée ?” évoquent spontanément la

TABLEAU 32

Performances observées à l'inclusion (I) et à la reproduction de l'inclusion sur un matériel différent (dj) selon l'âge et les situations

Inclusion et reproduction sur un autre matériel		I.dj		$\bar{I}.dj$		I. $\bar{dj}$		$\bar{I}.\bar{dj}$	
Situation	Age	QC1	QC2	QC1	QC2	QC1	QC2	QC1	QC2
Classique	6 ; 6	0	0	0	0	2	5	18	15
	7 ; 7	0	0	1	1	1	5	13	12
	8 ; 10	3	3	1	1	8	6	7	9
	10 ; 1	3	4	0	0	3	5	10	8
	11 ; 2	3	3	1	1	7	9	5	3
	Total	9	10	3	3	21	30	53	47
Ecran	6 ; 6	1	0	1	2	0	0	18	18
	7 ; 7	1	0	1	2	1	1	17	17
	8 ; 10	3	3	1	1	4	4	11	11
	10 ; 1	2	2	1	1	1	1	13	13
	11 ; 2	3	3	2	2	2	2	9	9
	Total	10	8	6	8	8	8	68	68
Modification	6 ; 6	0	0	0	0	0	0	20	20
	7 ; 7	0	0	0	0	0	0	20	20
	8 ; 10	1	1	1	1	1	1	17	17
	10 ; 1	4	4	0	0	0	0	16	16
	11 ; 2	2	3	4	3	4	5	10	9
	Total	7	8	5	4	5	6	83	82
Verbale	6 ; 6	1	0	0	1	0	0	19	19
	7 ; 7	0	0	1	1	1	5	18	14
	8 ; 10	1	1	1	1	5	6	12	12
	10 ; 1	2	2	1	1	4	5	9	7
	11 ; 2	7	7	1	1	4	2	5	7
	Total	11	10	4	5	14	18	63	59

Légende :

I. dj = réussite aux deux épreuves.

$\bar{I}.dj$ = échec aux deux épreuves

I. $\bar{dj}$ = échec à l'inclusion, réussite à la reproduction du jeu sur un matériel différent

$\bar{I}.\bar{dj}$ = réussite à l'inclusion, échec à la reproduction du jeu sur un matériel différent.

relation qui unit une classe à l'une de ses sous-classes. Ces enfants semblent comprendre que, dans la mesure où les éléments de la sous-classe appartiennent également à la classe, la classe sera forcément plus grande que la sous-classe, un cas limite étant constitué par l'égalité de la classe et de la sous-classe. Les justifications sont du type : "Les pommes, ce sont des fruits, on a donc plus de fruits

que de pommes". "Même s'il ne reste que des pommes, puisque les pommes sont des fruits, on n'aura pas plus de pommes que de fruits, on en aura autant". Ce raisonnement nous semble marquer un progrès important par rapport aux stratégies que nous allons présenter ultérieurement. Nous le qualifions de "logique" à défaut d'un meilleur terme.

b) Référence à une stratégie "perceptive". Les enfants se contentent de mentionner les deux collections, sans plus expliciter leur réponse. Les justifications sont du type : "Il y a 7 pommes et 12 fruits"; "Je regarde les pommes et les fruits".

c) Référence à une stratégie inadéquate. Les enfants font référence aux sous-classes, éventuellement à une seule sous-classe. Les justifications sont du type : "Je regarde les pommes et les oranges", "Je compte les pommes et les oranges", "Je regarde les pommes".

d) Référence à une stratégie vague de comptage : "Je compte".

e) Référence à une "explication" vague, du type : "Je regarde".

On trouvera dans la figure 7 une représentation graphique de la répartition des stratégies évoquées par les enfants à chaque âge et dans chaque situation expérimentale.

Les stratégies qui consistent à évoquer la relation nécessaire entre classe et sous-classe croissent avec l'âge, surtout dans les situations "modification" et verbale. Les stratégies inadéquates (référence aux sous-classes) sont plus importantes dans les situations classique et verbale que dans les situations "écran" et "modification", jusqu'à 8;10 ans; elles sont moins nombreuses à 10;1 et 11;2 ans qu'aux âges précédents et sont alors également réparties dans les situations classique, "écran" et "modification". Dans le cas de l'item verbal, elles sont plus importantes à 10;1 ans qu'à 11;2 ans. Les stratégies perceptives et les stratégies vagues de comptage sont rares. Les explications vagues ("Je regarde") sont importantes à 5;6 et 6;6 ans et décroissent par la suite. A 11;2 ans, ce type de réponse semble croître légèrement, surtout dans la situation verbale.

2. *Stratégies de résolution et réussites à l'inclusion*

La figure 8 indique les pourcentages de réussite à l'inclusion en fonction du type de stratégie évoquée par les enfants. Etant donné la faiblesse des effectifs, ces pourcentages sont indiqués toutes situations confondues et pour les trois types de stratégie les plus fréquents.

L'observation de la figure 8 met en évidence les points suivants :

Les enfants qui font référence à la relation nécessaire entre la classe et la sous-classe réussissent les items d'inclusion. La légère décroissance de la courbe est le fait des enfants qui donnent des réponses intermédiaires aux items d'inclusion ;

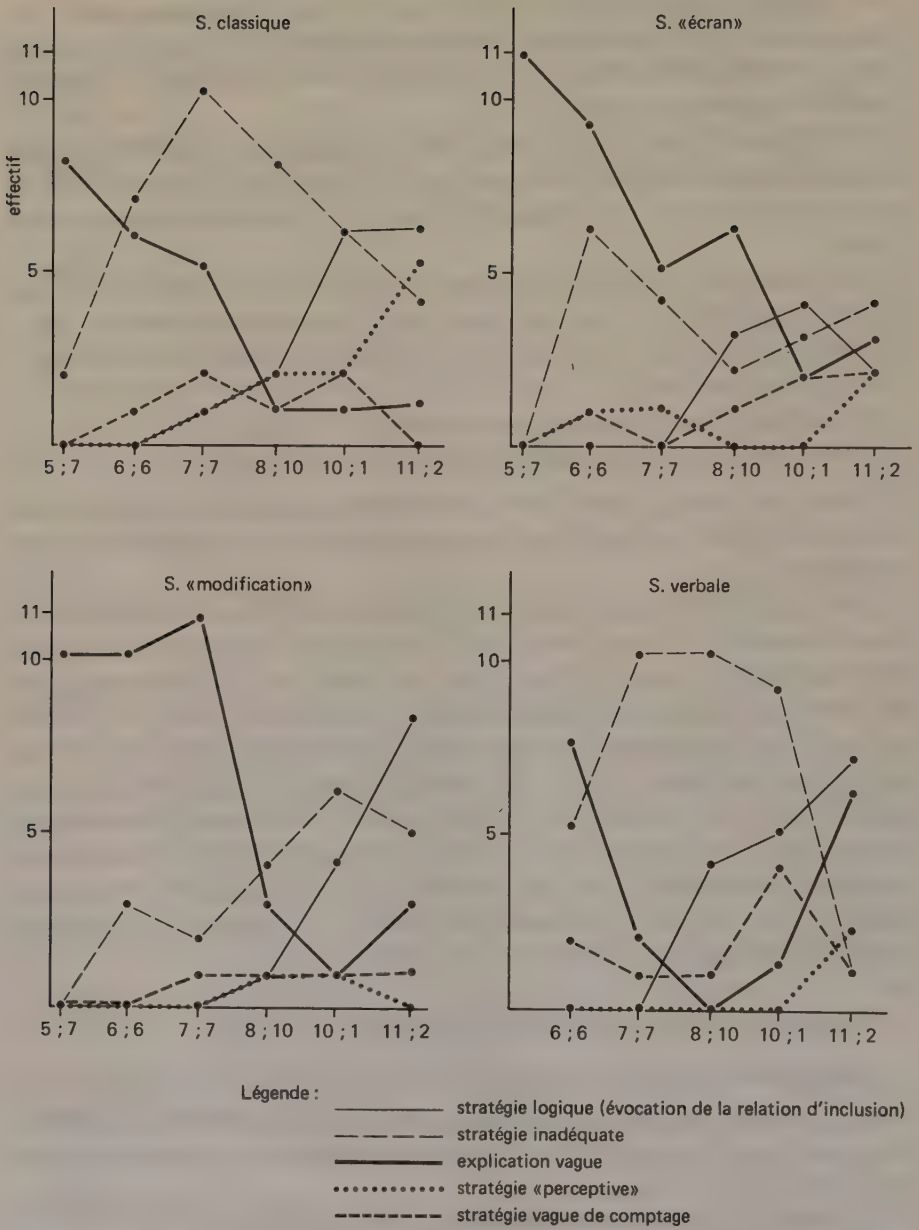


Fig. 7. — Répartition des stratégies de résolution évoquées spontanément par les enfants dans chaque situation expérimentale

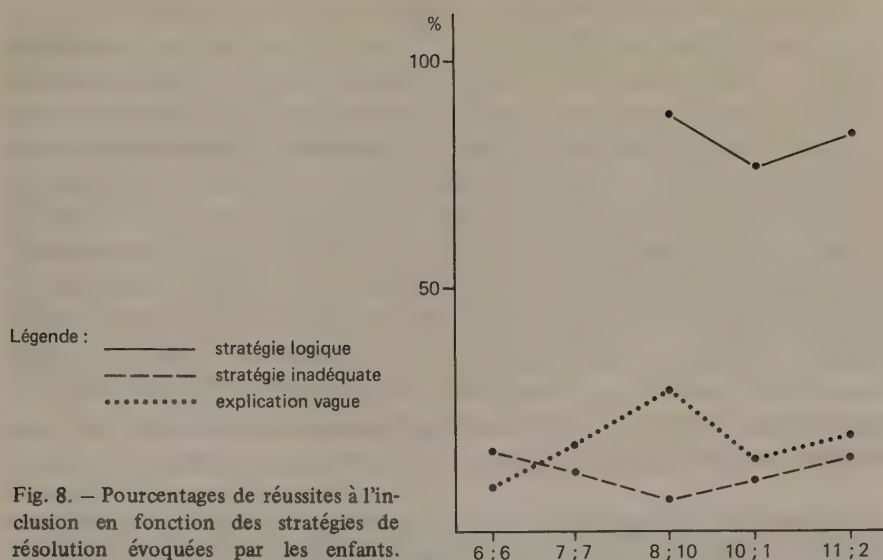


Fig. 8. — Pourcentages de réussites à l'inclusion en fonction des stratégies de résolution évoquées par les enfants.

Au plus un cinquième de l'effectif, à chaque âge, réussit les items d'inclusion tout en évoquant une stratégie inadéquate de comparaison de sous-classes ;

Le pourcentage de réussites à l'inclusion, lorsqu'une explication vague est évoquée, varie selon l'âge. Ce type de stratégie est surtout le fait des enfants de 6 ; 6 ans qui échouent par ailleurs à l'inclusion. Par la suite, si le pourcentage de réussites à l'inclusion croît, il reste assez faible : au plus un tiers des enfants donnant une explication vague réussissent l'inclusion.

Il apparaît que la réussite à l'inclusion est observée avant que l'enfant ait une stratégie "logique". Il est remarquable que cette "stratégie" n'est autre que la référence à la relation nécessaire entre la classe et la sous-classe ("les pommes sont des fruits", etc.).

Discussion

L'objectif de cette expérience était de bien différencier les bornes inférieure et supérieure d'une étape qui conduit de la résolution empirique à la résolution logique du problème d'inclusion, en utilisant pour cela des items classiques et certains des items de Voelin (1976) et Markman (1978). L'objectif de la discussion est de montrer en quoi nos résultats confirment ceux de Voelin et Markman et en quoi ils les complètent.

1) En premier lieu, il faut rappeler que les enfants ont été nombreux à échouer dans toutes les situations, et ce jusqu'à 10 ans. De ce fait, les performances diffèrent moins que prévu en fonction des niveaux d'âge et des situations expérimentales. Le taux d'échec obtenu dans la situation classique est surprenant si on le compare à celui observé dans l'expérience précédente : un retard apparaît chez les enfants de ce groupe. Nous nous heurtons au problème délicat de l'homogénéité des échantillons de population d'une expérience à une autre, les enfants provenant d'écoles différentes. Par ailleurs, il n'est pas exclu que, dans cette expérience, le premier item de la série, en l'occurrence l'item classique, ait dérouté les enfants, auquel cas nous aurions sous-estimé l'effet de surprise causé par tout problème d'inclusion et nous n'aurions pas assez insisté sur la phase de familiarisation avec la tâche. Un tel facteur aurait été négligeable si l'épreuve avait comporté plusieurs items par type de situations. Mais il était par ailleurs difficile, sans risquer de lasser l'enfant, de proposer un plus grand nombre d'items.

Quel que soit cet état de fait, l'item classique s'est révélé plus facile que l'item verbal, au moins pour les plus jeunes enfants. Rappelons que l'item verbal choisi est considéré par Longeot (1969) comme étant très difficile. L'enfant aurait tout d'abord besoin de visualiser soigneusement les collections sur lesquelles porte le problème d'inclusion. A 10 et 11 ans, par contre, les items classique et verbal sont à peu près de même difficulté. Nos données diffèrent de celles de Longeot (1969) mais non de celles obtenues par Bideaud et Prigent (1981). A partir d'un certain âge, le caractère verbal des items ne constituerait pas en soi une source de difficulté.

Par contre, jusqu'à l'âge de 11 ans, les enfants qui réussissent les items classique et verbal ne réussissent pas pour autant les items "écran" et "modification". Plusieurs facteurs communs à ces deux derniers items et qui les différencient des items classique et verbal peuvent rendre compte de la plus grande difficulté à les résoudre. Tout d'abord le caractère purement verbal des items pourrait constituer une première source de difficulté. Toutefois il est apparu qu'un tel facteur ne constitue plus une source de difficulté après 10 ans. Un autre facteur pouvant accroître la difficulté du problème d'inclusion est la référence à une transformation des collections. Ainsi, dans le cas de l'item "écran", la question d'inclusion est posée après une transformation des collections ("J'enlève quelques fruits"). Les résultats de Bideaud et Prigent (1981) montrent que cette transformation n'a pas d'incidence sur les performances car, lorsqu'on donne des indices numériques au sujet, l'"écran" n'est pas alors plus difficile que le problème classique. La difficulté semble résider dans l'absence d'indices figuratifs et/ou numériques, la réussite n'étant alors possible que lorsque l'enfant comprend l'emboîtement des classes.

Ces résultats peuvent être interprétés conformément aux hypothèses de Markman et de Voelin qui considèrent que la résolution du problème classique d'inclusion ne traduirait en rien l'existence d'un raisonnement logique mais résulterait de la possibilité d'appliquer des stratégies empiriques. Celles-ci assureraient une apparente maîtrise de l'inclusion lorsque des constats numériques ou spatialisés peuvent être effectués. En outre la présence de réponses intermédiaires, d'apparition tardive (8;10 ans) et qui persistent jusqu'à l'âge de 11;2 ans (âge limite de notre échantillon), est conforme aux observations de Voelin. Ce type de réponses a été également observé par Markman qui précise simplement que de telles réponses ont été assimilées aux réponses correctes (Markman, 1978). On sait que, pour Voelin, ces réponses, incorrectes mais loin d'être aberrantes, indiqueraient un progrès vers un raisonnement logique.

Il faut rappeler qu'à 8;10 ans les items "écran" et verbal ont été aussi bien réussis. Il en résulte une interrogation quant au réel statut "logique" de l'item "écran".

2) La liaison entre les tâches de répétition de la question et reproduction du jeu et les items d'inclusion permet de compléter l'analyse des auteurs précédemment cités.

a) Les enfants qui répètent correctement la question ne sont pas pour autant incluant quel que soit l'âge ou la situation expérimentale. Les résultats confirment ceux de l'expérience précédente. La répétition de la question ne garantirait pas une compréhension de la tâche. Ainsi les enfants non-incluant peuvent répéter la question en identifiant la classe complémentaire A' à la classe B.

b) Il est apparu, dans cette expérience, que la relation entre réponse à la question d'inclusion et reproduction du jeu par l'enfant est variable suivant la difficulté des items. Cette variation même peut être éclairante quant au caractère empirique ou logique des réponses et quant à la sensibilité des épreuves à révéler le niveau de résolution des sujets.

Dans le cas de la reproduction du jeu sur un même matériel, les tendances suivantes se dégagent :

- Les enfants qui reproduisent correctement le jeu dans les situations classiques, "écran" et verbale peuvent également échouer à l'inclusion : le tout B pourrait être ici également confondu avec la classe complémentaire A' et cette tâche ne garantit pas la compréhension du problème posé.

- Dans les situations classique et verbale uniquement, on observe des enfants qui réussissent l'inclusion mais échouent à la reproduction : il pourrait s'agir d'enfants qui résolvent l'inclusion de façon empirique et, dans ce cas, l'adjonction d'éléments nouveaux (qui précède la demande de reproduction du jeu), en perturbant la spatialisation des collections, ne permettrait plus d'envisager le tout B mais seulement les différentes sous-classes.

— Dans la situation “écran” par contre, les enfants incluant réussissent la reproduction, ce qui pourrait confirmer le caractère logique de la réponse d’inclusion.

Dans le cas de la reproduction du jeu sur un matériel différent, les résultats conduisent à distinguer les situations classique et verbale d’une part et les situations “écran” et “modification” d’autre part.

— Dans les situations classique et verbale, les enfants peuvent réussir l’inclusion et échouer à la reproduction : une résolution empirique de l’inclusion ne permettrait pas à l’enfant d’abstraire la structure du problème ni de la généraliser à de nouvelles situations. Par contre, ceux qui reproduisent le jeu, et par là se montrent capables d’abstraction, réussissent l’inclusion.

— Dans les situations “écran” et “modification”, presque tous ceux qui réussissent l’inclusion reproduisent le jeu et réciproquement : quand la réponse d’inclusion nécessite un niveau de résolution que l’on peut considérer comme “logique”, il y a conjointement capacité à généraliser la relation d’inclusion à de nouveaux contenus.

En résumé, on peut envisager trois niveaux de performances si l’on considère simultanément les performances à l’inclusion et aux diverses tâches de répétition et reproduction :

- 1) Niveau d’échec à l’inclusion :
 répétition correcte ou non de la question ;
 reproduction ou non du jeu sur un même matériel ;
 échec à la reproduction du jeu sur un matériel différent.
- 2) Premier niveau de réussite à l’inclusion :
 répétition exacte de la question ;
 reproduction ou non du jeu sur un même matériel ;
 échec à la reproduction du jeu sur un matériel différent.
- 3) Second niveau de réussite à l’inclusion :
 répétition exacte de la question ;
 reproduction du jeu sur un même matériel ;
 reproduction du jeu sur un matériel différent.

Il faut bien noter que ces niveaux de performances renvoient à des niveaux de différenciation des épreuves : “écran” et “modification” étant les seules épreuves reproduites quand elles sont réussies, ce qui renforcerait la capacité qu’on leur attribue de différencier un traitement empirique du problème d’inclusion d’un traitement “logique”.

CHAPITRE IV

DE L'INCLUSION CLASSIQUE A L'INCLUSION LOGIQUE

ESSAI DE HIERARCHISATION DES EPREUVES ENTRE 8 ET 11 ANS

Position du problème

Les résultats de l'expérience précédente montrent que l'émergence d'un raisonnement "logique" apparaît pour le moins tardivement, vers l'âge de 10-11 ans. En deçà de cette étape, il existe une période au cours de laquelle l'enfant réussit les problèmes classiques d'inclusion avec justification. Tout porte à croire que cette réussite repose sur le traitement empirique des données puisque l'enfant qui répond aux items classiques n'est pas en mesure, jusqu'à cet âge, de réussir des problèmes qui requièrent un raisonnement "logique". Toutefois une des faiblesses de l'expérience précédente concerne le petit nombre d'enfants incluant sur lequel a porté l'étude de la hiérarchie des items difficiles. C'est la raison pour laquelle on n'a retenu ici que des enfants incluant aux épreuves classiques piagésiennes. L'objectif visé est de préciser les étapes qui peuvent conduire de la résolution empirique à la résolution logique du problème.

Plusieurs facteurs, dont certains ont déjà été évoqués dans la conclusion du chapitre précédent, peuvent rendre compte de la difficulté des situations que l'on a appelées "écran" et "modification" : ainsi le masquage du matériel, la transformation opérée par l'expérimentateur (cf. l'item "écran" : "J'enlève quelques éléments"), le caractère indéfini des extensions des classes, la transformation virtuelle et la composition du matériel du point de vue des relations entre classes impliquées ($B = A + A'$, $B = A$) dans le cas de "modification", le caractère verbal du problème d'inclusion. Si ces facteurs contribuent tous à réduire les indices figuratifs, ils y contribuent de façon différente, d'où des degrés divers de difficulté. D'où la possibilité d'une hiérarchie des épreuves dans la construction desquelles ces facteurs seraient utilisés.

L'objectif précis de cette expérience est double : confirmer l'existence de deux niveaux de développement de l'inclusion, l'un de résolution empirique, l'autre de résolution logique et préciser les étapes du passage de l'un à l'autre niveau à l'aide

d'épreuves dans lesquelles interviendront à divers degrés les facteurs mentionnés ci-dessus. On a choisi pour cela de diversifier les situations d'inclusion de l'expérience précédente. Au total, onze situations d'inclusion ont été retenues, réparties de la façon suivante : cinq situations "écran", trois situations "modification" et trois situations classiques verbales.

1. Les situations "écran" (E)

E1 : après la présentation d'un matériel d'images, on cache simplement les éléments et on pose la question classique d'inclusion.

E2 : à partir de l'ensemble initial (E1), on cache les éléments, on informe l'enfant qu'on enlève un nombre déterminé d'éléments de la sous-classe A' (I) puis on pose la question classique d'inclusion.

E3 : après un retour à l'ensemble initial (E1), on cache à nouveau les éléments et on informe l'enfant qu'on enlève un nombre indéterminé ("quelques") d'éléments de la sous-classe A', puis on pose la question d'inclusion.

E4 : après un retour à l'ensemble initial (E1), on cache les éléments et on informe l'enfant qu'on enlève un nombre déterminé d'éléments de la classe B et on pose la question d'inclusion.

E5 : après un retour à l'ensemble initial (E1), on cache les éléments et on informe l'enfant qu'on enlève un nombre indéterminé d'éléments ("quelques") de la classe B. Puis on pose la question d'inclusion.

2. Les situations "modification" (M)

M1 : après avoir disposé un matériel d'images devant l'enfant, on demande à l'enfant s'il serait possible d'obtenir une sous-classe plus grande que la classe.

M2 : l'item est le même que M1 mais, dans ce cas, aucun matériel n'est visible.

M3 : en l'absence de tout matériel, on interroge l'enfant sur un cas d'égalité de la classe et de la sous-classe.

3. Les situations verbales (V)

V1 : on présente verbalement deux sous-classes en indiquant l'extension de chacune d'elles. On pose ensuite la question d'inclusion.

V2 : la question d'inclusion est posée à partir de collections à extension indéfinie.

V3 : on centre l'enfant sur une sous-classe puis on pose la question classique d'inclusion.

(1) La réduction numérique porte ainsi sur la plus petite des sous-classes.

En fonction des deux niveaux de résolution attendus, les items "écran" (E1, E2, E3, E4) et verbaux (V1, V2) devraient être plus faciles que l'item "écran" de Markman (E5), l'item verbal (V3) et les items "modification" (M1, M2, M3). En effet les premiers items nous semblent relever d'un mode de résolution empirique dans la mesure où ils peuvent être résolus sans que l'enfant ait à se représenter autre chose que le dépassement d'une grande collection sur une collection plus petite. A l'intérieur de cette étape empirique, les items E1, V1, V2 pourraient être plus faciles que les items E2, E3, E4, car ni le masquage en tant que tel (E1) ni le caractère verbal des items (V1 et V2) ne devraient constituer une source de difficulté chez des enfants "incluants" au sens piagétien. Par contre, la transformation opérée par l'expérimentateur dans le cas de E2, E3, E4 nécessite un niveau supérieur de conservation de la totalité, sans pour autant nécessiter une résolution logique du problème puisque des indices numériques sont entre autres donnés à l'enfant.

Par contre, il semble que les items V3, E5, M1, M2, M3 suppriment tout indice figuratif, ou s'ils en offrent (comme en M1), ne permettent pas de les utiliser de façon adéquate dans le problème posé. La considération de l'emboîtement des classes dans la résolution de tels problèmes semble être requise.

L'examen des justifications apparaît être un complément d'information important dans l'étude des progrès de résolution des problèmes d'inclusion. Si progrès il y a, ils devraient se traduire non seulement par une généralisation des réussites aux problèmes plus complexes, mais également par une évolution dans le choix des justifications qui accompagnent les réponses correctes. Selon Inhelder, Sinclair et Bovet (1974) la référence à la classe complémentaire, indice d'un raisonnement "opérateur", serait d'autant plus employée que l'enfant est plus âgé. Toutefois la référence à la classe complémentaire nous semble davantage relever d'une stratégie empirique de résolution que d'un raisonnement logique, l'enfant pouvant s'appuyer sur la spatialisiation de la classe et de la sous-classe. Elle ne permet pas une résolution adéquate de tous les problèmes d'inclusion, en particulier lorsque la classe et la sous-classe ont même extension ($B = A$) ou dans le cas des items "modification". On s'attend à ce que la référence à la classe complémentaire ne soit pas le type de justification employé le plus fréquemment à 10-11 ans. Il est apparu, dans l'expérience précédente, que les enfants, à cet âge, évoquent spontanément en guise de stratégie de résolution, la relation qui unit une sous-classe et une classe en emboîtement ("les pommes ce sont des fruits"), ce qui peut être un argument d'appartenance tout autant qu'un argument d'inclusion. En utilisant un tel argument il est possible de répondre quelle que soit la configuration particulière des collections, par déduction.

La variation, en fonction des situations, de l'emploi de cet argument plus "logique" — observée dans l'expérience précédente — nous amène à considérer que l'enfant pourrait ne pas faire appel systématiquement à un tel argument lorsque

plusieurs types de justifications sont adéquats. Toutefois, confronté à certains types d'items, tels les items "modification", l'enfant, à partir d'un certain âge, pourrait utiliser une justification "logique" lorsque celle-ci est la seule adéquate.

En dernier lieu on se propose de vérifier la relation qui est apparue dans l'expérience précédente entre résolution du problème d'inclusion et reproduction du jeu sur un matériel différent : la hiérarchie entre résolution et reproduction du problème variait en fonction de la difficulté des items. On se propose de vérifier cette relation dans le cas de deux items "empiriques" et deux items "logiques".

Hypothèses

1) Hiérarchie des items

a) L'ensemble des items E1, E2, E3, E4, V1, V2 devrait être mieux réussi que l'ensemble E5, V3, M1, M2, M3.

b) Toutefois le groupe d'items E1, V1, V2 devrait être plus facile que le groupe E2, E3, E4.

2) On s'attend à un effet de l'âge.

3) On s'attend à ce que l'emploi d'une justification "logique" varie en fonction de la difficulté des items.

4) On s'attend à ce que la relation entre la résolution du problème et sa reproduction soit fonction du degré de difficulté du problème.

5) Hypothèses complémentaires. On s'attend à ce qu'il n'y ait pas d'incidence du type de matériel, ni du sexe des sujets sur les performances.

Présentation de l'expérience

Population

Le pré-test a été administré à 131 enfants d'une école primaire de Paris. Ces enfants ont été répartis de la façon suivante : 43 enfants du cours élémentaire première année, 39 enfants du cours élémentaire deuxième année, 26 enfants du cours moyen première année et 23 enfants du cours moyen deuxième année.

Quatre-vingts des 131 enfants (20 par niveau d'âge) ont réussi le pré-test et constitué les sujets de l'expérience. Les âges moyens des quatre groupes d'enfants sont

les suivants, l'indice de dispersion des âges étant indiqué entre parenthèses : 7;11 ans ($s = 4,6$ mois), 9;0 ans ($s = 5,5$ mois), 9;10 ans ($s = 5,9$ mois), 10;8 ans ($s = 5,7$ mois). Filles et garçons sont à peu près en nombre équivalent, à chaque âge.

Un groupe supplémentaire de 8 enfants de 8 ans a été ajouté. Il en sera fait mention ultérieurement.

Matériel

Au pré-test, quatre matériels sont présentés successivement :

des images d'animaux (de dimensions $6,0 \times 6,0$ cm) : 5 chiens et 3 chats ;

des jetons en bois naturel (de dimensions $3,0 \times 3,0 \times 0,5$ cm) : 7 carrés, 3 ronds, 2 triangles ;

des images d'enfants (de dimensions $7,5 \times 6,0$ cm) : 3 garçons et 3 filles ;

des images d'oiseaux (de dimensions $9,0 \times 7,0$ cm) : 4 pies et 2 moineaux.

A l'épreuve proprement dite, administrée aux seuls enfants incluant, les matériels suivants sont utilisés :

des images de fruits (de dimensions $6,0 \times 6,0$ cm) : 8 pommes et 5 bananes ;

des images de fleurs (de dimensions $6,0 \times 6,0$ cm) : 8 marguerites et 5 roses ;

des images de légumes (de dimensions $6,0 \times 6,0$ cm) : 5 carottes et 2 pommes de terre.

Un seul élément est dessiné par image.

Procédure

1) Au pré-test, on pose à chaque enfant quatre questions d'inclusion classique, en présentant, à chaque fois, le matériel adéquat (animaux, jetons, enfants, oiseaux). Les questions sont du type : "Y a-t-il plus de chiens ou plus d'animaux ?" "Y a-t-il plus d'enfants ou plus de garçons ?" Elles sont posées dans un ordre aléatoire.

A l'issue du pré-test ne sont gardés que les enfants ayant correctement répondu aux quatre items et justifié leur réponse ou les enfants ayant donné des réponses intermédiaires (réponses fausses avec justification exacte, dont on rappelle qu'elles traduiraient, selon Voelin, un progrès vers un raisonnement logique).

2) A l'épreuve proprement dite, les 80 enfants qui ont réussi le pré-test répondent ensuite à onze items d'inclusion. Comme dans l'expérience précédente, nous

avons d'abord présenté les items portant sur un matériel concret (visible ou caché) puis les items purement verbaux. Des collections différentes dans l'un et l'autre cas ont été choisies afin que l'enfant ne s'appuie pas sur les collections présentées lorsqu'il répond aux items verbaux. De ce fait, les 80 enfants ont été répartis au hasard en deux groupes. L'un des groupes répond à des questions posées sur un matériel d'images de fruits puis à des questions purement verbales portant sur un ensemble de fleurs. Inversement, le second groupe répond à des questions posées à partir d'un matériel de fleurs puis à des questions verbales portant sur un ensemble de fruits. En outre, les items d'une même catégorie ("écran," "modification", verbal) ont été présentés les uns à la suite des autres, par ordre croissant de difficulté. Nous avons pensé que les enfants percevraient mieux ainsi les différences entre les items.

Les onze items d'inclusion sont les suivants :

a) Présentation des cinq items "écran".

E1 : écran sans transformation. On présente les images de fruits (ou fleurs). On cache ensuite les images et on demande s'il y a plus de pommes (marguerites) ou plus de fruits (fleurs).

E2 : écran avec transformation numérique de la sous-classe. A partir du même ensemble, après avoir caché le matériel, on dit à l'enfant qu'on enlève trois bananes (trois roses). On demande s'il reste plus de fruits (fleurs) ou plus de pommes (marguerites).

E3 : écran avec transformation indéterminée de la sous-classe. Après un retour à la situation initiale (E1) on dit à l'enfant qu'on enlève quelques bananes (roses) et on demande s'il reste plus de pommes (marguerites) ou plus de fruits (fleurs).

E4 : écran avec transformation numérique de la classe. Après un retour à la situation initiale (E1) on dit à l'enfant qu'on enlève trois fruits (trois fleurs). On demande s'il reste plus de fruits (fleurs) ou plus de pommes (marguerites).

E5 : écran avec transformation indéfinie de la classe. Après un retour à la situation initiale (E1) on dit à l'enfant qu'on enlève quelques fruits (fleurs). On demande s'il reste plus de pommes (marguerites) ou plus de fruits (fleurs).

b) Présentation des trois items "modification".

M1 : modification avec matériel. On dispose un ensemble de fruits (ou de fleurs) devant l'enfant et on demande : "Crois-tu qu'il serait possible d'avoir plus de pommes (marguerites) que de fruits (fleurs) ?"

M2 : modification sans matériel. Aucun matériel n'est présenté. On demande à l'enfant s'il serait possible d'avoir plus de pommes (marguerites) que de fruits (fleurs).

M3 : modification complexe. Aucun matériel n'est présenté. On demande si, en enlevant les fruits (fleurs) qui ne sont pas des pommes (marguerites) et en ne laissant que les pommes (marguerites) on aurait plus de pommes (marguerites) ou plus de fruits (fleurs).

c) Présentation des trois items verbaux.

V1 : item verbal avec classe d'extension limitée et déterminée. On dit à l'enfant : "J'ai 30 pommes, 10 bananes (30 marguerites et 10 roses). Est-ce que j'ai plus de pommes ou plus de fruits (plus de marguerites ou plus de fleurs) ?"

V2 : item verbal avec classe d'extension indéterminée. On demande à l'enfant si dans sa ville il y a plus de pommes ou plus de fruits (plus de marguerites ou plus de fleurs).

V3 : item verbal complexe. On demande si, à la saison des pommes (marguerites), il y a plus de fruits (fleurs) ou plus de pommes (marguerites).

On trouvera dans le tableau 33 le récapitulatif des onze situations d'inclusion.

L'enfant est tenu de justifier chacune de ses réponses.

L'ordre de présentation des termes de classes et de sous-classes est contre-balancé.

L'ordre de présentation des items d'inclusion, invariable, répond aux critères exposés précédemment ; les items se sont succédés de la façon suivante : M1, E1, E2, E3, E4, E5, V1, V2, V3, M2, M3. Les items M1, E1, E2, E3, E4, E5 portent sur un matériel concret. Les items V1, V2, V3, M2, M3 sont des items purement verbaux.

En outre, on a demandé à l'enfant de reproduire la question d'inclusion sur un matériel différent (matériel de légumes). Afin de ne pas lasser les enfants, cette tâche de reproduction a été limitée à quatre items d'inclusion de difficulté inégale : M1, E2, E4, E5.

La tâche de reproduction intervient après la réponse et la justification à l'item correspondant. On demande alors à l'enfant : "Maintenant si tu faisais le jeu à ma place, avec ces légumes, quelle question me poserais-tu pour que ce soit exactement le même jeu que précédemment ?"

TABLEAU 33
Récapitulatif des onze situations d'inclusion

	Présentation	Extension	Situations expérimentales
Ecran	mc	d	E1 : on présente les images. On cache et on demande s'il y a plus de A ou plus de B.
	mc	d	E2 : on présente les images. On cache. On enlève 3 A'. On demande s'il y a plus de A ou plus de B.
	mc	nd	E3 : on présente les images. On cache. On enlève quelques A'. On demande s'il y a plus de A ou plus de B.
	mc	d	E4 : on présente les images. On cache et on enlève 3 B. On demande s'il y a plus de A ou plus de B.
	mc	nd	E5 : on présente les images. On cache et on enlève quelques B. On demande s'il y a plus de A ou plus de B.
Modification	mv	d	M1 : on présente les images. On demande s'il serait possible d'avoir plus de A que de B.
	pv	nd	M2 : serait-il possible d'avoir plus de A que de B ?
	pv	nd	M3 : "Si on enlève les B qui ne sont pas des A, si on ne laisse que les A, y aura-t-il plus de A ou plus de B ?"
Verbale	pv	d	V1 : "Si j'ai 30 A et 10 A', ai-je plus de A ou plus de B ?"
	pv	nd	V2 : "Dans ta ville y a-t-il plus de A ou plus de B ?"
	pv	nd	V3 : "A la saison des A, y a-t-il plus de A ou plus de B ?"

Légende : – présentation : mc = matériel caché
 mv = matériel visible
 pv = présentation verbale
 – extension : d = déterminée
 nd = non déterminée

Résultats

On présentera d'abord les performances obtenues aux items d'inclusion puis les justifications qui accompagnent les réponses correctes d'inclusion. Les performances observées à la tâche de reproduction du jeu sur un matériel différent seront ensuite présentées.

I. – Performances obtenues aux épreuves d'inclusion

Les 80 enfants qui ont subi l'épreuve avaient au préalable réussi les quatre items d'inclusion du pré-test ou donné des réponses intermédiaires – réponses fausses avec justification exacte. Leur répartition est indiquée dans le tableau 34.

TABLEAU 34
*Répartition des 80 enfants soumis à l'épreuve
selon l'âge et les réponses données au pré-test*

Réponses \ Age				
	7 ; 11	9 ; 0	9 ; 10	10 ; 8
Correctes justifiées	20	19	19	12
Intermédiaires	0	1	1	8

NB : Chaque sujet donne quatre réponses correctes justifiées ou quatre réponses intermédiaires.

A – Répartition des performances selon l'âge et les situations expérimentales

Le tableau 35 donne la répartition des réponses correctes justifiées et des réponses intermédiaires pour chaque item d'inclusion et à chaque âge. On trouvera

TABLEAU 35
*Répartition des réponses correctes d'inclusion et des réponses intermédiaires
selon l'âge et les situations expérimentales*

Situations \ Age		7 ; 11		9 ; 0		9 ; 10		10 ; 8		Total	
		R	I	R	I	R	I	R	I	R	R + I
Verbale	V1	16	–	19	1	19	1	14	6	68	76
	V2	14	–	17	–	18	1	17	3	66	70
	V3	7	–	10	–	17	1	15	4	49	54
Ecran	E1	16	–	17	–	19	1	13	7	65	73
	E2	11	–	11	–	14	1	11	7	47	55
	E3	13	–	15	–	13	1	15	5	56	62
	E4	13	–	14	–	15	–	11	7	53	60
	E5	9	–	13	–	16	–	12	7	50	57
Modifi- cation	M1	2	–	1	–	4	–	8	1	15	16
	M2	1	–	3	–	11	–	8	–	23	23
	M3	0	–	2	–	5	–	12	2	19	21

Légende : R indique les réponses correctes justifiées, I indique les réponses intermédiaires du type : "On ne peut pas savoir s'il y a plus de fruits ou plus de pommes parce que les pommes ce sont des fruits".

On rappelle que le nombre maximum de réussites par âge et par situation est de 20.

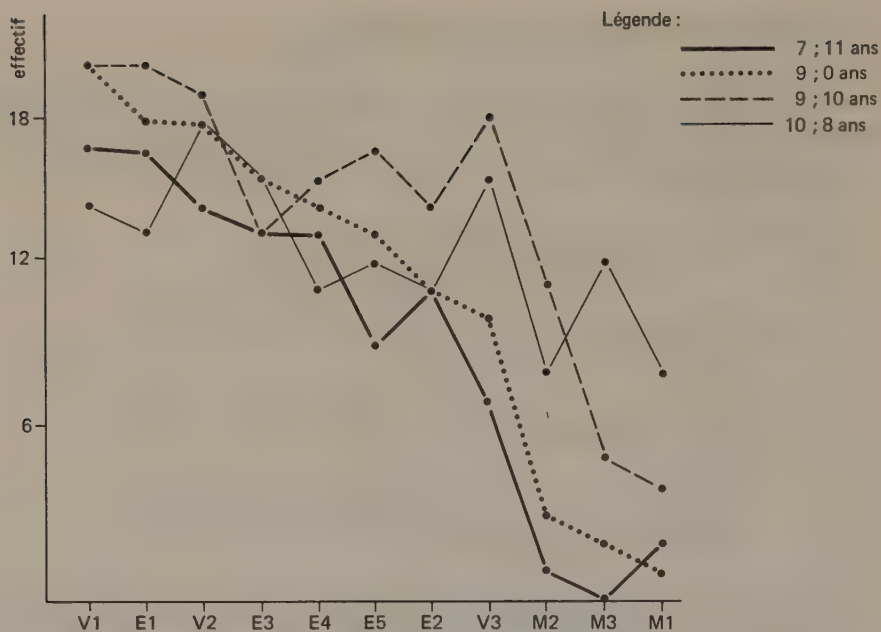


Fig. 9a. — Répartition des réponses correctes et justifiées aux différents items d'inclusion

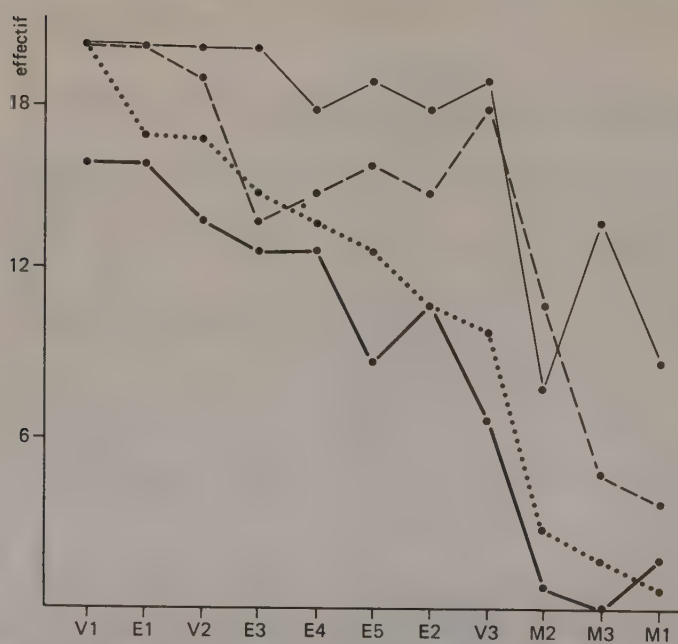


Fig. 9b. Répartition des réponses correctes justifiées et des réponses intermédiaires aux différents items d'inclusion

dans la figure 9a la représentation graphique de la répartition des seules réponses correctes et justifiées et dans la figure 9b la représentation graphique du total des réponses correctes justifiées et des réponses intermédiaires.

L'observation du tableau 35 et des figures 9a et 9b met en évidence les points suivants :

1) Les réponses intermédiaires sont en nombre important à 10 ; 8 ans seulement, surtout dans les situations "écran" ; elles sont un peu moins nombreuses dans les situations verbales.

2) Trois groupes d'items se dégagent, au vu des résultats :

un premier groupe comprend les items V1, V2, E1 réussis dans la plupart des cas dès 7 ; 11 ans ;

un second groupe comprend les items E2, E3, E4, E5, V3 réussis dans plus de la moitié des cas dès 7 ; 11 ans ;

un troisième groupe comprend les items M1, M2, M3 qui sont très peu réussis avant 9 ; 10 ans. A 10 ; 8 ans, ils sont réussis par la moitié des sujets.

Les performances ne diffèrent pas significativement selon l'ordre de présentation des matériels de fleurs et de fruits (cf. annexe 4a). Filles et garçons obtiennent des performances qui ne diffèrent pas significativement, excepté à 10 ; 8 ans où les garçons obtiennent des performances supérieures à celles des filles (cf. annexe 4b). Cette différence s'explique par le fait que 4 des 8 filles de 10 ; 8 ans ont donné un grand nombre de réponses intermédiaires. Or nous n'avons pas assimilé celles-ci à des réussites (réponses correctes justifiées).

B. — Etude de la hiérarchie des items

1) L'hypothèse de deux grandes étapes de résolution dans le traitement des items d'inclusion conduit à opposer les performances obtenues aux items E1, E2, E3, E4, V1, V2 à celles obtenues aux items V3, E5, M1, M2, M3. Afin de traiter statistiquement nos résultats (réponses correctes et justifiées) au moyen de l'analyse de variance, nous avons attribué deux notes à chaque sujet, l'une correspond au nombre de réussites observées aux items E1, E2, E3, E4, V1, V2, l'autre correspond au nombre de réussites observées aux items E5, V3, M1, M2, M3. Nous avons ensuite harmonisé les notes en divisant chaque note par le nombre d'items de l'un et l'autre groupe d'items (2).

L'analyse statistique met en évidence un effet de l'âge [$F_{(3,76)} = 4,00$, $p < .05$], un effet du groupe d'items [$F_{(1,76)} = 85,83$, $p < .001$] et un effet d'interaction âge x groupe d'items [$F_{(3,76)} = 4,50$, $p < .01$].

(2) Chaque note varie ainsi de zéro à un.

L'étude de l'interaction montre que les performances aux items E1, E2, E3, E4, V1, V2 ne diffèrent pas significativement selon l'âge. Par contre, les enfants réussissent les items E5, V3, M1, M2, M3 d'autant mieux qu'ils sont plus âgés [$F_{(3,76)} = 10,50, p < .01$].

Ces résultats vont dans le sens de notre hypothèse : deux niveaux de performances sont observés. En outre, il apparaît que la seule différence notable due à l'âge concerne seulement les items E5, V3, M1, M2, M3.

2) L'hypothèse de l'existence de deux paliers à l'intérieur de l'étape empirique de résolution de l'inclusion nous a conduit à opposer les performances obtenues aux items V1, V2, E1 à celles obtenues aux items E2, E3, E4. Les moyennes à l'un et l'autre groupes d'items ont été calculées en attribuant à chaque sujet et pour chaque groupe d'items une note comprise entre zéro et trois. Les différences ont été testées au moyen du *t* de Student. Les résultats sont donnés dans le tableau 36.

TABLEAU 36
Moyennes observées selon l'âge et le groupe d'items

Age	E1, V1, V2	E2, E3, E4	t
7 ; 11	2,40	1,90	$t_{19} = 2,50, s. \text{ à } p < .05$
9 ; 0	2,69	2,10	$t_{19} = 2,46, s. \text{ à } p < .05$
9 ; 10	2,80	2,10	$t_{19} = 2,89, s. \text{ à } p < .01$

NB : A 10 ; 8 ans, les 12 enfants qui ne donnent pas des réponses intermédiaires réussissent les 6 items.

Il apparaît que, de 7 ; 11 à 9 ; 10 ans, les performances obtenues à l'un et l'autre groupes d'items diffèrent significativement, le groupe E1, V1, V2 étant mieux réussi que le groupe E2, E3, E4.

II. — Etude des justifications

A — Répartition des justifications selon l'âge

Les justifications qui accompagnent les réponses correctes se répartissent en six catégories :

1) Les justifications qualifiées "d'ensemblistes" : l'enfant fait référence à un ensemble, par exemple, "Les pommes et les bananes ce sont des fruits ; c'est un ensemble de fruits".

2) Les justifications faisant référence à la relation qui existe entre la classe et la sous-classe (3). Seul ce type d'argument permet de résoudre tous les items d'inclusion : par exemple "Les pommes ce sont des fruits ; même si tu enlèves les autres fruits, tu n'auras jamais plus de pommes que de fruits puisque les pommes ce sont des fruits".

3) Les justifications faisant appel à la classe complémentaire, par exemple : "Les bananes sont aussi des fruits" ; "Il y a aussi des bananes".

4) Les justifications qui font référence aux sous-classes, par exemple : "Il y a des pommes et des bananes".

5) Les justifications numériques, par exemple : "Il y a 12 fruits et 7 pommes".

6) Les autres types de justifications : référence à la spatialisation des collections, explication scalaire ("beaucoup de fruits". . .) etc.

Le tableau 37 donne la répartition des justifications selon l'âge pour l'ensemble des items d'inclusion.

TABLEAU 37
*Répartition des justifications accompagnant les réponses correctes
selon l'âge et pour l'ensemble des items d'inclusion*

Justification	J1	J2	J3	J4	J5	J6
Age						
7 ; 11	46 (45 %)	14 (14 %)	17 (17 %)	19 (19 %)	4 (4 %)	2 (2 %)
9 ; 0	64 (52 %)	16 (13 %)	17 (14 %)	15 (12 %)	2 (2 %)	8 (7 %)
9 ; 10	59 (39 %)	66 (44 %)	11 (7 %)	10 (7 %)	2 (1 %)	3 (2 %)
10 ; 8	35 (26 %)	58 (43 %)	25 (18 %)	10 (7 %)	2 (1 %)	6 (4 %)
Total	204 (40 %)	154 (30 %)	70 (14 %)	54 (11 %)	10 (2 %)	19 (4 %)

Légende : les justifications sont réparties en six catégories :

- J1 : justification ensembliste : "les pommes et les bananes sont des fruits", "c'est tout un ensemble de fruits".
- J2 : justification faisant référence à la relation nécessaire existant entre classe et sous-classe.
- J3 : référence à la classe complémentaire : "les bananes sont aussi des fruits".
- J4 : référence aux sous-classes : "il y a des pommes et des bananes".
- J5 : justification numérique : "il y a 12 fruits et 7 pommes".
- J6 : autres justifications : référence à la spatialisation des collections, etc.

(3) Les enfants qui donnent une réponse intermédiaire accompagnent leur réponse d'une justification de ce type.

L'observation du tableau 37 montre que :

les justifications ensemblistes sont nombreuses dès 7 ; 11 ans : elles représentent presque la moitié du total des justifications à cet âge. Elles restent importantes jusqu'à 9 ; 10 ans. A 10 ; 8 ans leur nombre décroît ;

les justifications qui font appel à la relation nécessaire entre classe et sous-classe croissent en fonction de l'âge. A 9 ; 10 et 10 ; 8 ans, elles représentent presque la moitié du total des justifications ;

les justifications numériques sont rares ;

les justifications qui font référence à la classe complémentaire représentent un sixième des justifications, excepté à 9 ; 10 ans où elles sont moins nombreuses ;

les justifications qui font référence aux sous-classes représentent un cinquième des justifications à 7 ; 11 ans et décroissent par la suite.

B — Répartition des justifications faisant appel à la relation nécessaire entre classe et sous-classe, en fonction de la difficulté des items

L'hypothèse selon laquelle cette justification "logique" pourrait être employée davantage dans les situations difficiles que dans celles qui le sont moins nous a conduit à calculer, pour chaque sujet, deux notes : l'une correspond au nombre de fois où le sujet emploie une justification "logique" dans les situations E1, E2, E3, E4, V1, V2 ; l'autre correspond au nombre de fois où le sujet emploie une justification "logique" dans les situations E5, V3, M1, M2, M3.

La moyenne des justifications "logiques" à chaque âge et pour chaque groupe d'items est donnée dans le tableau 38.

TABLEAU 38

*Moyennes des justifications logiques
selon l'âge et le groupe d'items*

Age \ Groupe d'items	E1	E2	E3	E4	E5	V3	M1	M2
	V1 V2		M3					
7 ; 11	0,06		0,08					
9 ; 0	0,06		0,10					
9 ; 10	0,25		0,32					
10 ; 8	0,18		0,39					

NB : Afin de comparer les moyennes, les notes de chaque sujet ont été divisées par le nombre d'items du groupe considéré. Chaque note varie ainsi de 0 à 1.

Il apparaît que les enfants utilisent une justification "logique" plus fréquemment dans les situations E5, V3, M1, M2, M3 que dans les situations E1, E2, E3, E4, V1, V2. Cette différence n'est toutefois significative (t de Student) qu'à 9 ; 10 ans [$t_{19} = 2,33$, s. à $p < .05$] et à 10 ; 8 ans [$t_{19} = 4,20$, s. à $p < .01$].

Les résultats vont dans le sens de notre hypothèse.

III. — Etude des performances à la reproduction de la situation sur un matériel différent

A — Réussites observées à la tâche de reproduction du jeu

Le tableau 39 donne la répartition des réussites à la reproduction du jeu sur un matériel différent.

Presque tous les enfants échouent à la reproduction du jeu pour l'item M1. L'item E5 est un peu moins bien réussi que les items E2 et E4. Les enfants de 9 ; 10 et 10 ; 8 ans réussissent mieux que les enfants plus jeunes dans les trois situations "écran".

TABLEAU 39

*Nombre de réussites à la reproduction
du jeu selon l'âge et les items*

Items				
Age	M1	E2	E4	E5
7 ; 11	0	3	6	3
9 ; 0	1	7	7	3
9 ; 10	1	14	11	12
10 ; 8	1	10	8	7

NB : Le nombre maximum de réussites est de 20.

B — Etude simultanée des performances obtenues à l'inclusion et à la reproduction du jeu

Le tableau 40 donne la répartition des sujets selon leurs performances aux deux épreuves pour chaque situation et à chaque niveau d'âge.

Il apparaît que :

pour M1, les enfants qui réussissent l'inclusion échouent tous à la reproduction du jeu ;

pour E2, E4 et E5, parmi les enfants réussissant l'inclusion, la moitié de l'effectif échoue à la tâche de reproduction du jeu.

Dans tous les cas, quel que soit le niveau de difficulté de la tâche, la reproduction du jeu s'avère plus difficile que l'item d'inclusion correspondant. C'est ce qu'on attendait pour E2 et E4. On s'attendait par contre à ce que les enfants réussissent simultanément ou échouent simultanément à l'une et l'autre épreuves dans le cas de E5 et M1.

TABLEAU 40

Performances aux deux épreuves : inclusion et reproduction du jeu sur un matériel différent pour chaque situation et niveau d'âge

Item	Age	I.dj	I. $\overline{d}$ j	$\overline{I}$.dj	$\overline{I}.\overline{d}$ j
M1	7 ; 11	0	2	0	18
	9 ; 0	0	1	1	18
	9 ; 10	0	4	1	15
	10 ; 8	0	8	1	10
	Total	0	15	3	61
E2	7 ; 11	2	6	1	7
	9 ; 0	2	6	5	3
	9 ; 10	12	1	2	3
	10 ; 8	6	2	1	1
	Total	22	15	9	14
E4	7 ; 11	5	6	1	5
	9 ; 0	4	7	3	3
	9 ; 10	10	2	1	2
	10 ; 8	6	3	0	1
	Total	25	18	5	11
E5	7 ; 11	2	5	1	8
	9 ; 0	1	6	2	5
	9 ; 10	9	3	3	1
	10 ; 8	6	4	0	0
	Total	18	18	6	14

Légende

I.dj : réussite simultanée à l'inclusion et à la reproduction du jeu

I. $\overline{d}$ j : réussite à l'inclusion, échec à la reproduction du jeu

$\overline{I}$.dj : réussite à la reproduction, échec à l'inclusion

$\overline{I}.\overline{d}$ j : échec simultané à l'inclusion et à la reproduction

M1 : Modification avec matériel

E2 : Ecran avec transformation numérique de A'

E4 : Ecran avec transformation numérique de B

E5 : Ecran avec transformation indéfinie de B

Discussion

L'un des objectifs de cette expérience a été la construction d'items impliquant différents facteurs pouvant rendre compte de la difficulté des situations (transformation et masquage des collections, caractère verbal des items, etc.). La hiérarchie établie par hypothèse devait permettre d'éclairer le rôle de ces facteurs. On examinera ici en quoi la hiérarchie réellement observée permet de le faire. On discutera ensuite des résultats apportés par l'étude des justifications et de la relation entre inclusion et reproduction du jeu selon les items quant au rôle des facteurs dans la hiérarchie des items.

1) Conformément à notre hypothèse, les items qui portent sur des configurations stables (E1 — "écran" avec masquage seul— et V1, V2 — items verbaux) sont mieux réussis que les items "écran" qui impliquent une transformation des collections (E2, E3, E4) et ces six items sont eux-mêmes mieux réussis que la série comprenant les trois items "modification", l'item "écran" E5 et l'item verbal V3. Il est apparu dans cette dernière série que les items E5 et V3 sont plus faciles que les items "modification".

Ces résultats confirment l'absence d'effet du caractère purement verbal des items (V1, V2) et montrent que le masquage en tant que tel (E1) n'est pas non plus source de difficulté. Par contre, la référence à une transformation des collections dans le cas de E2, E3, E4 donne lieu à de moins bonnes performances jusqu'à 9 ; 10 ans. Les caractéristiques de la transformation — qui différencient E2, E3, E4 — semblent de moindre importance. L'indétermination des collections qui caractérise V3 et E5 n'a pas constitué une difficulté supplémentaire. On ne peut exclure un éventuel effet d'apprentissage qui résulterait de la graduation progressive de la difficulté des items. Toutefois on a pu constater, sur un échantillon restreint d'enfants de 8 ans, que la présentation aléatoire des situations expérimentales ne semble pas modifier les taux de réussites obtenus à E5 et V3. Sur un échantillon de 8 enfants (échantillon restreint faute de sujets disponibles) ayant répondu aux onze items présentés de façon aléatoire, 5 ont réussi E5 et 7 ont réussi V3. Le taux de réussite est pour le moins égal à celui obtenu pour les 20 enfants du même âge de cette expérience.

Les items M1, M2, M3 sont les items les plus difficiles. Ils le restent jusqu'à 10 ; 8 ans, âge auquel on observe encore bon nombre d'échecs. Si une transformation affecte les collections, comme dans le cas des items "écran", elle est ici hypothétique et ne semble pouvoir être envisagée correctement que lorsque l'enfant comprend l'emboîtement de la sous-classe dans la classe. M1 a été un peu moins bien réussi que M2 et M3 : un effet d'apprentissage peut être invoqué ;

ou bien la présence de collections en M1, loin de faciliter la réponse correcte, ancre l'enfant dans une réponse empirique.

Il est remarquable que la chute des performances observée à 10 ; 8 ans provient de ce que, à cet âge, 8 des 20 enfants — *presque la moitié de l'échantillon* — donnent des réponses intermédiaires qui sont quasi-inexistantes avant cet âge. Le passage d'un raisonnement empirique à un raisonnement logique se traduit par une régression apparente des performances : il paraît impossible à l'enfant de comparer une classe et une sous-classe en vertu même de la relation d'inclusion entre les classes.

2) L'étude des justifications montre que les enfants de 7 ; 11 ans utilisent dans la moitié des cas une justification que nous avons qualifiée d'"ensembliste" parce que les enfants ont souvent employé le mot "ensemble" (4). Elle est moins utilisée chez les enfants plus âgés qui se réfèrent à une justification plus "logique" en mentionnant alors la relation d'inclusion "les pommes sont des fruits". On peut faire l'hypothèse que la justification ensembliste renvoie à un tout pas très différencié que l'enfant estime plus grand que l'une de ses parties. L'hypothèse de l'utilisation d'une telle stratégie permet d'éclairer la hiérarchie des items. En effet l'enfant réussirait à chaque fois qu'il lui est possible de considérer un "ensemble" qu'il peut juger plus grand qu'une partie. Lorsque le problème est tel que cette stratégie est inadéquate, l'enfant échoue. D'où les échecs persistants observés aux items "modification". Il se peut que la pédagogie mathématique favorise l'émergence de cette "représentation ensembliste". Mais dans la mesure où chaque enseignant est laissé libre — au moins dans les petites classes d'école primaire — d'appliquer ou non les mathématiques modernes, le rôle de celles-ci est difficile à apprécier.

Lorsque l'enfant justifie sa réponse en indiquant que "les pommes sont des fruits . . ." il nous semble qu'il considère davantage la relation d'inclusion entre classe et sous-classe. Selon Inhelder, Sinclair et Bovet (1974) une telle justification serait incomplète du point de vue de la composition additive des classes et ne serait d'ailleurs que rarement employée par les enfants. Or, les enfants étudiés par Inhelder et al. (1974) ont au plus 7 ; 9 ans dans l'expérience préliminaire et 6 ; 8 ans dans l'expérience d'apprentissage de l'inclusion. Si l'on considère que, dans notre expérience, de telles justifications n'apparaissent qu'à l'âge de 10 ans, alors l'échantillon d'Inhelder et al. ne permettrait pas, étant donné l'âge des sujets, d'observer l'émergence d'une telle justification.

Par contre, si l'on considère la justification qui témoigne selon Inhelder *et al.* (1974) de l'existence d'une structure logique et fait référence à la classe complé-

(4) On insiste sur le fait que le terme "ensembliste" n'a pas ici la signification que Carboneau lui attribue.

mentaire ("Il y a plus de fruits que de pommes, parce qu'il n'y a pas que des pommes, il y a d'autres fruits"), il n'est pas impossible qu'elle ne traduise que le dépassement de la plus grande collection sur la plus petite. Et, comme on l'avait mentionné dans l'introduction de cette expérience, elle ne peut être utilisée adéquatement dans toutes les situations d'inclusion. En dernier lieu, on peut constater que les 80 enfants "incluants" de notre expérience ne s'y réfèrent que dans 7 à 17 % des cas selon l'âge. Il est possible que les enfants d'Inhelder *et al.* ne l'emploient pas plus souvent. Dans le cas contraire, le choix d'une telle justification serait le fait de jeunes enfants dont la réussite à l'inclusion ne pourrait être considérée comme l'indice d'une structuration logique.

3) La liaison entre performance aux items d'inclusion et reproduction de la situation sur un matériel différent est conforme aux hypothèses dans le cas des items E2 et E4. Elle ne l'est pas dans le cas des items M1 et E5. L'évolution identique des performances dans les trois situations "écran" confirme le fait que les enfants ont traité E5 comme les items plus faciles E2 et E4. Dans le cas de ces items, la reproduction du jeu est plus difficile que l'item d'inclusion correspondant.

En ce qui concerne M1, il n'y a aucune réussite simultanée à la reproduction et à l'item. On a souligné précédemment le fait que la présence d'un matériel joue en défaveur de l'enfant. Il se pourrait que cet effet se soit étendu à la tâche de reproduction du jeu puisque trois réussites seulement sont observées.

Il reste que, déduction faite du nombre d'enfants qui échouent simultanément aux deux épreuves, les effectifs sur lesquels portent ces analyses sont faibles. Des expériences, réalisées sur des effectifs plus importants, seraient nécessaires pour préciser avec certitude la relation entre tâches de reproduction et inclusion. La seule recherche dans ce domaine semble être celle de Piaget *et al.* (1977) dans le cadre de l'étude de l'abstraction réfléchissante. Dans l'expérience de Piaget *et al.*, la reproduction du jeu sur un matériel différent serait contemporaine de la réussite à l'item classique d'inclusion. Mais l'absence de résultats quantitatifs et la rareté des exemples rapportés par ces auteurs ne permettent pas de déterminer si ce sont les enfants capables de reproduire le jeu qui réussissent l'inclusion — comme nous l'avons observé — ou s'il existe une réelle simultanéité entre réussite à l'inclusion et réussite à la reproduction du jeu.

CONCLUSION

L'hypothèse générale qui a servi de fil conducteur à cette thèse est que, dans l'évolution des réponses à la question d'inclusion, un niveau de traitement de collections précède un niveau de traitement de classes. On rappellera tout d'abord en quoi la majorité des données recueillies vont dans le sens de cette hypothèse et en quoi certaines d'entre elles s'en écartent. On examinera ensuite comment l'interprétation de ces résultats se situe par rapport aux différents courants présentés dans l'introduction de cette thèse et quelles sont les perspectives de recherche ainsi suscitées.

A. La méthode choisie ici a été la présentation systématique d'épreuves de comparaison de classes (1) telle qu'à partir de la hiérarchie des épreuves on puisse dégager des niveaux différents de raisonnement.

1) L'étude des réponses à des situations hiérarchisées, dont les bornes ont été le problème de comparaison de classes disjointes d'une part et le problème classique d'inclusion d'autre part, montre que, dès 4 ; 7 ans, les enfants réussissent les comparaisons de sous-classes, complémentaires ou non, alors qu'ils échouent aux comparaisons de classes, en rapport d'emboîtement ou non. Mais ces comparaisons de classes ne sont pas toutefois d'égale difficulté. Les comparaisons de classes entre elles et de classe et sous-classe disjointes sont de même difficulté et sont toutes deux bien plus faciles que les comparaisons de classe et sous-classe en rapport d'emboîtement. Si les enfants réussissent moins bien les comparaisons de classes disjointes lorsque les deux classes présentées sont identiques (cf. l'item de "pseudo-inclusion" du chapitre II), le taux de réussite reste très supérieur à celui observé aux items classiques d'inclusion. Par contre la mise en œuvre d'une procédure de disjonction temporelle et la désignation de la totalité au moyen d'un référent collectif ne s'avèrent pas faciliter la comparaison tout-partie.

2) L'étude des réponses à diverses situations d'inclusion hiérarchisées montre que les enfants réussissent mieux l'item classique que l'item verbal. Si les enfants plus âgés réussissent aussi bien les items classique et verbal, ils ne réussissent pas pour autant les items "écran" et "modification". La même évolution des performances est observée chez des enfants incluants au sens piagétien, à l'exception des

(1) Au sens large, c'est-à-dire : comparaisons classe/classe, classe/sous-classe, disjointes ou non. On rappelle qu'on parle de classes au sens logique du point de vue de l'expérimentateur sans préjuger de ce qu'elles sont en fait pour l'enfant.

performances obtenues à l'item "écran" supérieures à celles attendues. Mais jusqu'à 11 ans les réussites à l'ensemble des items (cf. chapitre IV) sont peu nombreuses. Il faut mentionner l'existence de réponses "intermédiaires", au sens de Voelin, d'apparition tardive et nombreuses à 10 ; 8 ans seulement.

3) A partir de ces résultats que nous venons de synthétiser, qui portent sur un effectif de 424 enfants, trois niveaux de développement peuvent être dégagés (2) :

a) Un premier niveau est caractérisé par la réussite aux seules comparaisons de classes disjointes. Ce résultat est contraire aux prédictions de Trabasso *et al.* (1978). Or, dans la mesure où la réussite aux comparaisons de classes disjointes précède systématiquement la réussite au problème classique d'inclusion, elle pourrait bien en constituer une étape préparatoire, et cela d'autant plus que la résolution du problème classique d'inclusion peut apparaître tout d'abord comme reposant sur le traitement de collections disjointes.

b) Un second niveau est caractérisé par la réussite aux items classiques d'inclusion. L'enfant "incluant" selon ces critères devient vite capable de résoudre correctement des problèmes plus complexes — en l'absence de matériel, à partir de collections à extension indéterminée, etc. — mais sans pour autant généraliser ses réponses correctes à des items qui paraissent plus "logiques" dans la mesure où leur solution requiert la considération de classes emboîtées.

c) Un troisième niveau est caractérisé par la réussite à partir de 10-11 ans de problèmes d'inclusion plus complexes dont on peut penser qu'ils ne peuvent être résolus sans référence à la nécessité logique. Très peu de sujets semblent se situer à ce niveau. Les réponses intermédiaires occasionneraient une apparente régression des performances lors du passage du traitement de collections à celui de classes.

B. Depuis les travaux de Voelin (1976) et de Markman (1978), certains travaux expérimentaux tentent de mettre à l'épreuve des faits l'hypothèse selon laquelle l'inclusion ne serait pour l'enfant, dans un premier temps, qu'un problème de collections disjointes (Bideaud, 1979, 1980, 1981 ; Bideaud, Josse, 1984 ; Bideaud, Leluc, 1981 ; Bideaud, Prigent, 1981 ; Lautrey, 1981). Nous verrons en quoi nos résultats complètent ceux de Voelin et Markman obtenus sur des échantillons restreints et vérifient leurs hypothèses.

1) Si le problème d'inclusion est un problème de construction et de comparaison de collections, il reste malgré tout plus difficile que n'importe quelle situation de comparaison de collections où l'inclusion ne peut être impliquée. Aussi est-on amené à se demander si la réussite à l'inclusion classique ne procéderait pas tout d'abord d'une généralisation de la réussite observée dans les situations sans rapport

(2) La réussite aux problèmes de comparaison de sous-classes est le niveau initial, pour le moins celui de tous nos sujets dès 4 ; 7 ans, à partir duquel on envisage les trois niveaux de développement présentés ici.

avec l'inclusion où n'intervient que la considération de collections disjointes. Il serait alors normal que la mise en oeuvre d'une procédure de disjonction temporelle soit sans effet puisque "doublant" la stratégie de l'enfant, ce qui explique nos résultats à cet égard.

L'absence d'effet facilitateur du référent collectif est plus étonnante. Nous avons en effet employé des termes collectifs (bouquet, collier, tas) pour désigner la totalité, ce qui devait faciliter la comparaison tout-partie. Cette hypothèse était issue des travaux de Markman. Elle n'a pas été vérifiée ici. Il se peut que les référents collectifs n'aient pas le même pouvoir de cohésion en anglais et en français. Il serait donc opportun de procéder à une étude des termes collectifs du point de vue de leur pouvoir de cohésion et de leur effet facilitateur dans des problèmes de comparaison tout-partie. On préciserait de la sorte le rôle de certains facteurs linguistique et perceptif dans la construction des collections. Il serait intéressant de confronter les résultats de ces recherches à la formalisation de Carbonnel (1978) à propos des "classes collectives". On rappelle qu'elles sont définies par cet auteur comme des réalisations pratiques de matériels concrets telles que la totalité formée est empirique. Il serait utile de vérifier si les propriétés que confère Carbonnel aux classes collectives sont réellement applicables aux collections traitées par l'enfant.

2) Les premières réponses correctes d'inclusion semblent bien prendre appui sur la visualisation soigneuse des classes ou collections à comparer puisque l'item classique est plus facile que tout autre item chez le jeune enfant. Etant donné l'absence de généralisation des réponses correctes à des problèmes formellement identiques mais caractérisés par une réduction des informations numériques et perceptives, on ne peut considérer que les réponses correctes obtenues au problème classique témoignent du caractère logique des réponses ni a fortiori d'une structure isomorphe à celle de groupement additif des classes. De telles réponses pourraient être obtenues grâce à la mise en oeuvre des processus décrits par les modèles ressortissant du "traitement de l'information", ce qui prouve que ces modèles ne correspondent pas à un fonctionnement logique, au sens minimum de la logique des classes.

On sait que classes et collections renvoient à des notions d'appartenance différentes (3) : aux collections est associée la notion d'appartenance partitive (une marguerite fait partie du bouquet mais n'est pas le bouquet); aux classes est associée la notion d'appartenance inclusive (une marguerite est une fleur). Si les premières réponses correctes d'inclusion reposent sur le traitement des collections, doit-on considérer que l'enfant, jusqu'à 10-11 ans, n'appréhende que la notion

(3) La notion d'appartenance est celle qui met en relation une totalité et un élément de cette totalité.

d'appartenance partitive ? Ou bien appréhende-t-il l'appartenance inclusive avant cet âge et avant de résoudre des épreuves de type "modification" ? Dans ce cas, il resterait à préciser les situations dans lesquelles l'enfant considère l'appartenance inclusive et celles dans lesquelles la référence à l'appartenance partitive persiste, ainsi que les processus sous-jacents à leur emploi.

3) Nous avons observé une généralisation des réussites à certains items plus complexes, notamment chez des enfants incluant au sens piagétien et qui utilisent alors, dès 7 ; 11 ans dans la moitié des cas, une justification qualifiée d'"ensembliste" parce que l'enfant évoque spontanément la notion d'ensemble ("tout ça c'est un ensemble de fruits", par exemple). L'emploi d'une telle justification traduirait un progrès par rapport à celui de justifications telles que le comptage, la référence à la spatialisation des collections et même la référence à la classe complémentaire qui peut n'être, conformément à l'analyse de Voelin, que la prise en considération des contours de la classe emboîtant et de la classe emboîtée. La justification "ensembliste" permet, en effet, de résoudre certains problèmes pour lesquels les données figuratives et numériques sont restreintes. On peut faire l'hypothèse que la résolution dépendrait moins dans ce cas des indices disponibles que de la représentation d'une totalité et de l'une de ses parties évoquée par les termes de classe et de sous-classe. Toutefois rien ne permet d'affirmer que ce progrès correspond à un niveau logique de résolution. L'échec persistant aux items "modification" semble prouver le contraire.

Nos résultats nous ont permis de considérer des liens étroits entre la réussite aux problèmes de comparaison de collections disjointes et celle du problème classique d'inclusion et d'émettre des hypothèses sur quelques-uns des processus responsables du passage de l'une à l'autre. Nous avons également tenté de préciser les étapes du passage de l'inclusion empirique à l'inclusion logique. Il s'avère néanmoins nécessaire d'analyser plus finement l'évolution qui conduit de la considération de collections à celle de classes. A cet égard, les résultats des expériences (en cours) de Bideaud et Lautrey (1982) seront des plus intéressants, l'évolution des niveaux de résolution du problème d'inclusion étant ici examinée par le biais d'une étude comparative d'entraînements empirique et opératoire.

On a considéré que certains items ("modification") semblent requérir un raisonnement plus "logique". Cette hypothèse reste à confirmer grâce à un raffinement des situations expérimentales. Puisque l'on s'interroge sur le statut logique des réponses, tout aussi intéressants seraient l'examen d'enfants plus âgés que ceux que nous avons interrogés ici et même l'examen d'adultes. A cet effet, le choix des situations et des critères d'évaluation mérite la plus grande attention puisque les résultats des travaux conduits sur des adultes montrent que le langage pourrait

entraver l'application d'un raisonnement logique (Griggs et Warner, 1982). Il serait fructueux de pouvoir coordonner les recherches génétiques et non génétiques et, ainsi, de déterminer avec plus de certitude quelle est la part des connaissances pratiques, du langage et des capacités de symbolisation dans les performances obtenues aux diverses épreuves d'inclusion. On éclairerait ainsi certainement le débat qui porte sur la logique du sujet adulte. Quelles qu'en soient les conclusions, quand bien même les conduites du sujet apparaîtraient logiques, il resterait à vérifier qu'elles correspondent à l'analyse de Piaget.

Si l'on revient à l'enfant, dire que celui-ci traite des collections, c'est dire que la réponse correcte au problème d'inclusion n'est pas l'affirmation de la nécessaire supériorité de la classe emboîtant sur la classe emboîtée. L'enfant résout un problème de "quantification figurative des extensions" (Lautrey, 1981), après une disjonction des collections à comparer. Les résultats des expériences d'apprentissage de Bideaud (1981) confirment cette analyse. Cet auteur montre, en effet, que si les entraînements qui exercent aux "constats" — donc empiriques — sont efficaces, les entraînements opératoires — qui visent à exercer les schèmes d'action considérés comme sous-jacents à l'exercice de l'inclusion — ne le sont pas, à moins qu'ils ne comportent des épreuves nettement empiriques.

Plus généralement il apparaît que les premières réponses correctes observées aux épreuves piagétienues caractéristiques du stade opératoire concret ne reposent pas sur le sentiment de nécessité (cf. Lautrey, 1980, 1981 ; Oléron, 1982).

Ces résultats ne sont pas sans poser le problème de l'adéquation de l'analyse structurale piagétienne au fonctionnement cognitif du sujet et du rôle prépondérant, sinon exclusif, accordé par Piaget à l'action et à l'abstraction réfléchissante.

La dichotomie classes-collections correspond à l'hypothèse de traitements différents du problème d'inclusion. Il apparaît donc important d'étudier les facteurs intervenant dans la construction des collections et des classes — expérience perceptive, verbale, capacités de représentation spatiale et numérique, capacités d'inférence et de sélection des informations pertinentes — si l'on veut mieux comprendre le fonctionnement du sujet. Il est probable que les situations scolaires ont un rôle important dans la maîtrise de l'inclusion. Les résultats de Scribner (1979) qui a étudié la compréhension du syllogisme sont clairs à cet égard. A partir d'études interculturelles — qui permettent de dissocier développement cognitif et scolarisation — l'auteur observe que les adultes non scolarisés réussissent moins bien que les adultes scolarisés de la même ethnie, alors qu'il n'existe pas de différence liée au type de civilisation. Ce facteur "scolarisation" pourrait avoir un rôle similaire dans la réussite du problème d'inclusion. Cela n'est pas sans souligner le rôle important de l'entourage, de la transmission des connaissances au moyen du langage, dans les acquisitions de notions élémentaires qualifiées de "logiques".

Il peut paraître un peu vain d'étudier les capacités logiques de l'enfant lorsque, dans le même temps, de nombreuses recherches mettent en cause la logique de l'adulte. Il nous semble que le problème de quantification de l'inclusion est un problème simple que la plupart des adultes maîtrisent. Aussi nous paraît-il intéressant d'en étudier le processus d'acquisition. En outre, de telles recherches ne sont pas sans intérêt du point de vue des applications au domaine de l'enseignement, et cela d'autant plus que la notion d'inclusion est, d'une certaine façon, enseignée dans les classes de l'école maternelle et de l'école primaire.

BIBLIOGRAPHIE

- AHR P.R., YOUNISS J. — Reasons for failure on the class-inclusion problem, *Child Development*, 1970, 41, 131-143.
- BARBUT M., D'ADHEMAR C., LECLERC B., JULIEN P. — *Mathématiques élémentaires. Application à la statistique et aux sciences sociales*. Tome I, Paris, PUF, 1973.
- BIDEAUD J. — *L'acquisition de la notion d'inclusion, Rôle de certains facteurs perceptifs, verbaux et pratiques*. Thèse de doctorat de troisième cycle de l'université de Paris V, 1974.
- BIDEAUD J. — Etude génétique de la quantification en situation d'emboîtements concrets, *Enfance*, 1979, 133-148.
- BIDEAUD J. — Nombre, sériation, inclusion : irrégularités du développement et perspectives de recherches, *Bulletin de Psychologie*, 1980, 345, 659-665.
- BIDEAUD J. — Les expériences d'apprentissage de l'inclusion et la théorie opératoire, *Psychologie Française*, 1981, 26, 328-358.
- BIDEAUD J., JOSSE P. — Classes et collections : quel rapport avec la résolution du problème d'inclusion ?, 1984, à paraître dans *Cahiers de Psychologie*.
- BIDEAUD J., LAUTREY J. — La résolution du problème d'inclusion : analyse de l'évolution des procédures de réponse entre 7 et 11 ans. *Colloque de la Société Française de Psychologie*, Aix-en-Provence, 26-27 février 1982.
- BIDEAUD J., LELUC C. — La notion d'inclusion : étude longitudinale d'acquisitions spontanées et d'acquisitions provoquées, 1981, manuscrit non publié.
- BIDEAUD J., PRIGENT S. — Etude du statut logique des réponses correctes d'inclusion chez des enfants âgés de 7 à 11 ans, 1981, manuscrit non publié.
- BRAINERD C.J., KASZOR P. — An analysis of two proposed sources of children's class-inclusion errors, *Developmental Psychology*, 1974, 10, 633-643.
- CARBONNEL S. — Classes collectives et classes logiques dans la pensée naturelle, *Archives de Psychologie*, 1978, 177, 1-19.
- CARBONNEL S., LONGEOT P. — Inclusion, appartenance et pensée naturelle, *Cahiers de Psychologie*, 1979, 22, 85-98.
- DEAN A.L., CHABAUD S., BRIDGES E. — Classes, collections and distinctive features: alternative strategies for solving inclusion problems, *Cognitive Psychology*, 1981, 13, 84-112.
- GRECO P. — Comment ça marche ? Réflexions préliminaires à quelques questions de méthode et aux problèmes dits "fonctionnels", *Bulletin de Psychologie*, 1980, 345, 633-636.
- GRIGGS R.A., WARNER S.A. — Processing artificial set inclusion relations: educating the appropriate schema, *Journal of Experimental Psychology, Learning, Memory and Cognition*, 1982, 8, 51-65.
- GRIZE J.B. — Notes sur l'ontologie et la méréologie de Lesniewski. Travaux du Centre de Recherches Sémiologiques de Neuchâtel, 1972, n° 12.
- INHELDER B., BLANCHET A., BODER A., DE CAPRONA D., SAADA-ROBERT M., ACKERMANN-VALLADAO E. — Procédures et signification dans la résolution du problème concret, *Bulletin de Psychologie*, 1980, 345, 645-648.
- INHELDER B., SINCLAIR H., BOVET M. — *Apprentissage et structure de la connaissance*, Paris, PUF, 1974.
- ISEN A.M., RILEY C.A., TUCKER T., TRABASSO T. — The facilitation of class-inclusion by use of multiple comparisons and two class-perceptual displays. Communication lue à la Society for Research in Child Development, 1975.
- JENNINGS J.R. — The effect of verbal and pictorial presentation on class-inclusion competence and performance, *Psychonomic Science*, 1970, 20, 357-358.

- KALIL K., YOUSSEF Z., LERNER R.M. — Class-inclusion failure : cognitive deficit or misleading reference ?, *Child Development*, 1974, **45**, 1122-1125.
- KLAHR D., WALLACE J.G. — Class-inclusion processes, in Farnham-Diggory (Ed) *Information processing in children*, New York, Academic Press, 1972.
- KLAHR D., WALLACE J.G. — *Cognitive development : information processing view*, New York, Wiley, 1976.
- LASRY T.C., LAURENDEAU M. — Apprentissage empirique de la notion d'inclusion, *Human Development*, 1969, **12**, 141-153.
- LAUTREY J. — La variabilité intra-individuelle du niveau de développement opératoire et ses implications théoriques, *Bulletin de Psychologie*, 1980, **345**, 685-697.
- LAUTREY J. — L'équilibration suffit-elle à guider la coordination des actions ?, *Psychologie Française*, 1981, **26**, 259-272.
- LECOMTE A. — *Essai de formalisation des opérations linguistiques de prédication*. Thèse de doctorat de spécialité de l'université de Grenoble, 1972.
- LEVASSEUR J., PELNARD-CONSIDERE J. — Pensée naturelle et pensée mathématique : un essai d'interprétation des principales difficultés de l'acquisition des bases logico-mathématiques en sixième, *Enfance*, 1975, 273-300.
- LONGEOT F. — *Psychologie différentielle et théorie opératoire de l'intelligence*, Paris, Dunod, 1969.
- MARKMAN E. — The facilitation of part-whole comparisons by use of the collective noun "family" *Child Development*, 1973, **44**, 837-840.
- MARKMAN E. — Empirical versus logical solution to part-whole comparisons problems concerning classes and collections, *Child Development*, 1978, **49**, 168-177.
- MARKMAN E. — Classes and collections : conceptual organisation and numerical abilities, *Cognitive Psychology*, 1979, **11**, 395-411.
- MARKMAN E., SEIBERT J. — Classes and collections : internal organisation and resulting holistic properties, *Cognitive Psychology*, 1978, **49**, 561-577.
- MC CARRIGLE J., GRIEVES R., HUGUES M. — Interpreting inclusion : a contribution to the study of the child's cognitive and linguistic development, *Journal of Experimental Child Psychology*, 1978, **49**, 528-550.
- OLERON P. — *Le raisonnement*, Paris, PUF, Coll. Que sais-je ?, 1977, 2^e éd. 1982.
- PIAGET J. — *Introduction à l'épistémologie génétique*. Tome I : La pensée mathématique, Paris, PUF, 1949, 2^e éd. 1973.
- PIAGET J. — *La psychologie de l'intelligence*, Paris, Colin, 1967.
- PIAGET J., INHELDER B. — *La genèse des structures logiques élémentaires*, Neuchatel, Delachaux et Niestlé, 1959.
- PIAGET J., INHELDER B. — Les opérations intellectuelles et leur développement, in P. Fraisse et J. Piaget, *Traité de Psychologie Expérimentale*, Tome VII, Paris, 1963, 109-155.
- PIAGET J., INHELDER B. — *La psychologie de l'enfant*, Paris, PUF, Coll. Que sais-je ? 1966, 6^e éd. 1975.
- PIAGET J., SZEMINSKA A. — *La genèse du nombre chez l'enfant*, Neuchatel, Delachaux et Niestlé, 1941.
- PIAGET J., VOELIN-LIAMBÉY D., BERTHOUD-PAPANDROPOULOU I. — Problèmes d'inclusions et d'implications, in J. Piaget et al. : *Recherches sur l'abstraction réfléchi-sante*. Tome I : L'abstraction des relations logico-mathématiques, Etudes d'Epistémologie Génétique, n° 34, Paris, PUF, 1977.
- ROUAULT J. — *Approche formelle de problèmes liés à la sémantique des langues naturelles*. Thèse de doctorat d'état de l'université de Grenoble, 1971.
- SCRIBNER S. — Modes of thinking and ways of speaking : culture and logic reconsidered, in R.O. Freedle (Ed) *New direction in discourse processing* (vol. II). Norwood, Ablex, 1979.
- SIEGEL S. — *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*, Mc Graw-Hill Kogakusha, Tokyo, 1956.
- SMITH L.B., RIZZO T.A. — Children's understanding of the referential properties of collective and class nouns, *Child Development*, 1982, **53**, 245-257.

- TRABASSO T., ISEN A.M., DOLECKI P., MC LANAHAN A.G., RILEY C.A., TUCKER T. — How do children solve class-inclusion problems ?, in R.S. Siegler (Ed) *Children's thinking : what develops ?*, Hillsdale, N.J., Lawrence Erlbaum Associates, 1978.
- VOELIN C. — Deux expériences à propos de l'extension dans l'épreuve de quantification de l'inclusion, *Revue Suisse de Psychologie*, 1976, **35**, 269-284.
- WILKINSON A. — Counting strategies and semantic analysis as applied to class-inclusion, *Cognitive Psychology*, 1976, **8**, 64-85.
- WINER G.A. — An analysis of verbal facilitation of class-inclusion reasoning, *Child development*, 1974, **45**, 224-227.
- WINER G.A. — Class inclusion reasoning in children : a review of the empirical literature, *Child Development*, 1980, **51**, 309-328.
- WOHLWILL H.F. — Responses to class-inclusion questions for verbally and pictorially presented items, *Child Development*, 1968, **39**, 449-466.

DOCUMENTS. ANNEXES

Documents annexes relatifs au chapitre I

ANNEXE 1a

Répartition des sujets qui donnent des réponses correctes justifiées dans chaque situation expérimentale, pour chaque type de comparaison de collections et à chaque âge

Comparaison situation Age	A1A			AB			A1B			A1B1			A1A2		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
4 ; 7 (n = 36)	8	6	9	22	25	21	25	24	26	36	33	36	35	36	36
5 ; 7 (n = 36)	3	4	7	21	21	22	21	25	22	35	36	36	36	36	36
7 ; 1 (n = 36)	4	5	6	29	28	29	29	30	30	36	36	35	36	36	36

Légende : les trois situations a, b, c, sont les suivantes :

- a : 12 fruits (8 pommes, 4 bananes) et 8 animaux (6 chevaux, 2 chats).
- b : 8 fruits (6 pommes, 2 bananes) et 8 animaux (5 chevaux, 3 chats).
- c : 7 fruits (4 pommes, 3 bananes) et 6 animaux (4 chevaux, 2 chats).

Documents annexes relatifs au chapitre I

ANNEXE 1b

Répartition des sujets qui donnent des réponses correctes justifiées à la première, seconde et troisième situations présentées pour chaque comparaison de collections et à chaque âge

Comparaison Rang Age	A1A			AB			A1B			A1B1			A1A2		
	1 ^e	2 ^e	3 ^e	1 ^e	2 ^e	3 ^e	1 ^e	2 ^e	3 ^e	1 ^e	2 ^e	3 ^e	1 ^e	2 ^e	3 ^e
4 ; 7 (n = 36)	7	7	9	22	22	24	25	25	25	35	36	34	36	36	35
5 ; 7 (n = 36)	5	5	4	20	23	21	20	23	25	36	35	36	36	36	36
7 ; 1 (n = 36)	4	5	6	30	28	28	29	30	30	35	36	36	36	36	36

Documents annexes relatifs au chapitre I

ANNEXE 1c

Moyennes observées aux différentes comparaisons selon le sexe et à chaque âge

Age	Compar.	A1 B	AB	A1 A
4 ; 7	G (N = 15)	2,27	2,00	0,73
	F (N = 21)	1,95	1,81	0,57
5 ; 7	G (N = 15)	2,27	1,93	0,33
	F (N = 21)	1,62	1,67	0,43
7 ; 1	G (N = 21)	2,62	2,33	0,52
	F (N = 15)	2,27	2,47	0,27

NB : La moyenne maximale est de 3

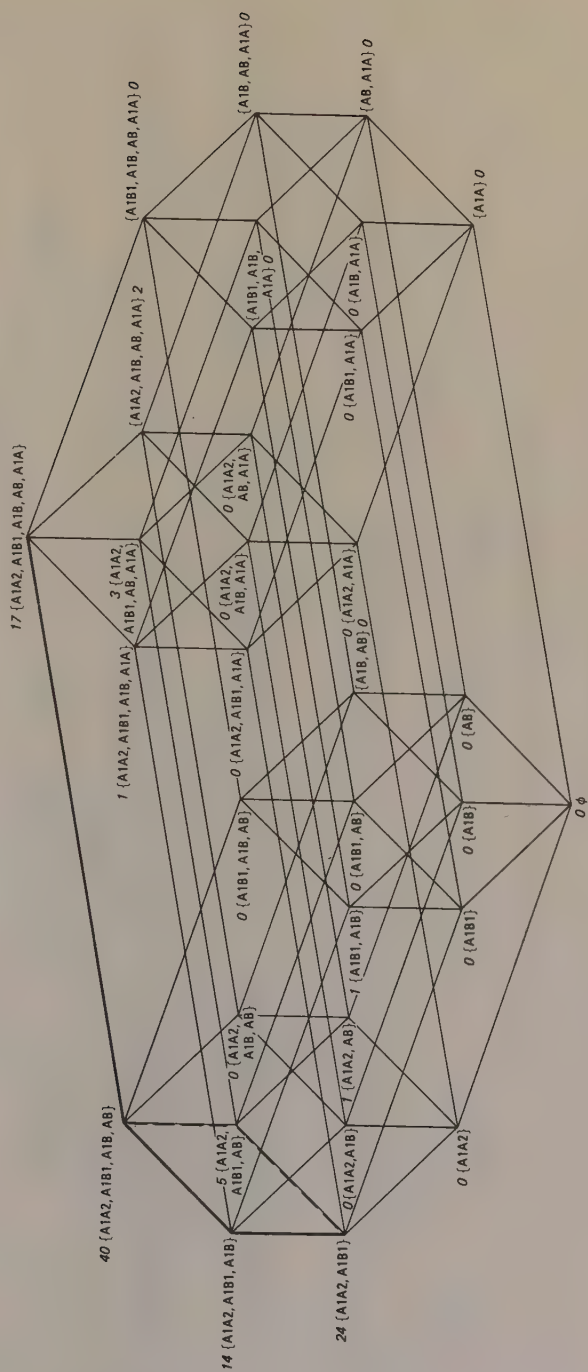
Valeurs du t de Student pour les différences observées selon le sexe, à chaque âge et pour chaque comparaison

Comparaison Age	A1 B	AB	A1 A
4 ; 7	0,80	0,48	0,53
5 ; 7	1,55	0,63	— 0,38
7 ; 1	1,06	— 0,38	0,81

NB. La différence a été calculée dans le sens : moyenne des garçons – moyenne des filles. Aucune différence n'est significative à .05.

ANNEXE 1d

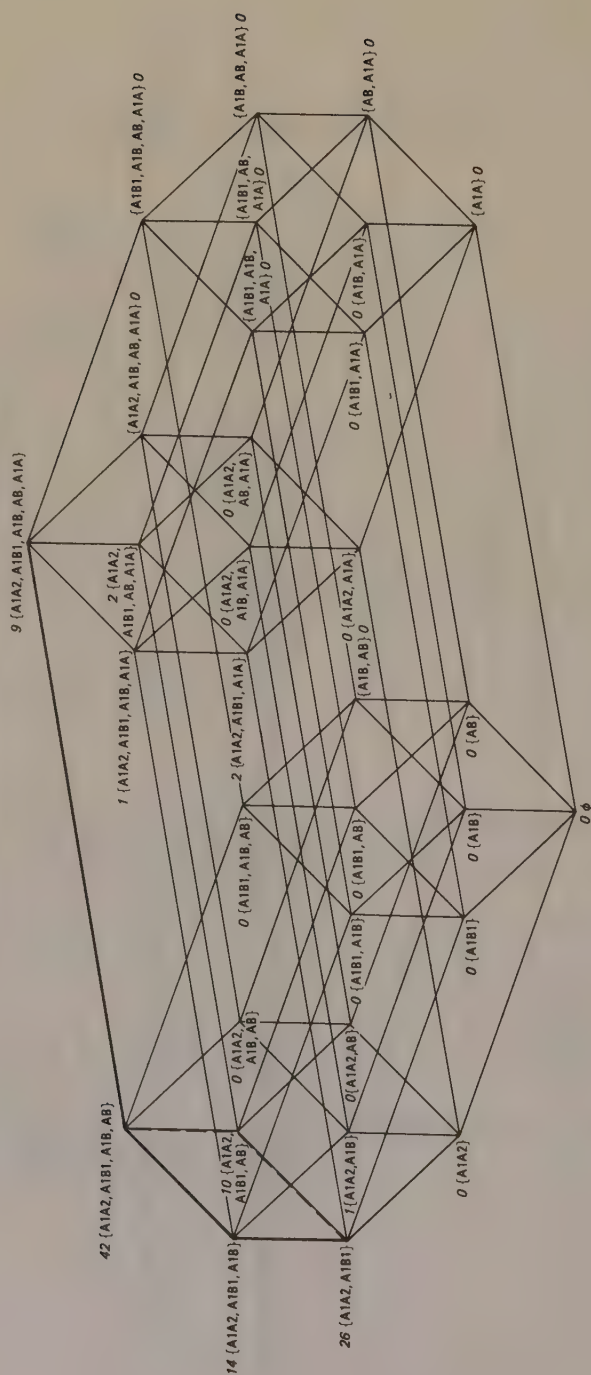
Diagramme en treillis de la distribution des patrons de réponses à 4 ; 7 ans



Documents annexes relatifs au chapitre I

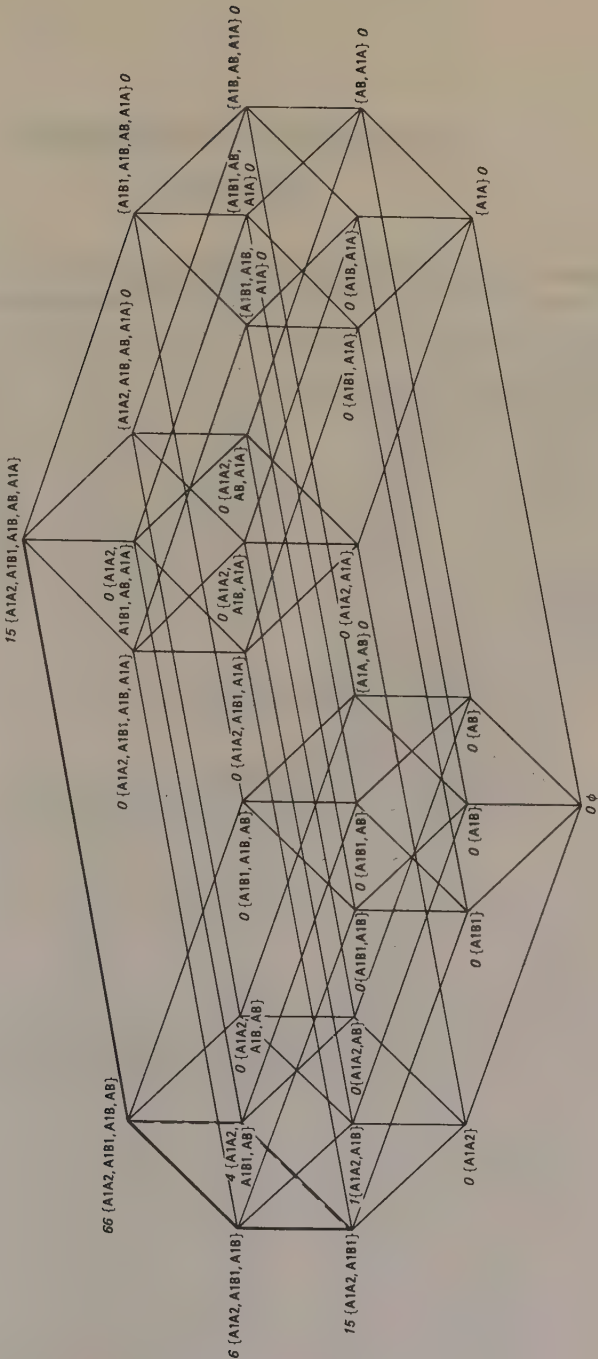
ANNEXE 1d

Diagramme en treillis de la distribution des patrons de réponses à 5 ; 7 ans



ANNEXE 1d

Diagramme en treillis de la distribution des patrons de réponses à 7, 1 ans



Documents annexes relatifs au chapitre II

ANNEXE 2 a

Répartition des sujets qui donnent des réponses correctes justifiées selon le matériel présenté, pour chaque type de comparaison de collections et à chaque âge

Comparaison Item Age	CD			PI			RC			DT			I		
	F/P	F/B	B/P	F	P	B	F	P	B	F	P	B	F	P	B
5 ; 6 (n = 36)	33	28	34	21	20	19	13	13	12	11	14	10	12	12	8
6 ; 6 (n = 36)	35	34	31	23	19	22	14	10	15	10	16	14	16	7	12
7 ; 9 (n = 36)	36	35	36	33	28	32	20	22	20	20	22	21	25	24	18
Total (n = 108)	104	97	101	77	67	73	47	45	47	41	52	45	53	43	38

Légende : F : collection de fruits
 P : collection de perles
 B : collection de bâchettes
 CD: comparaison de collections différentes
 PI : pseudo-inclusion
 RC: item de référent collectif
 DT: item de disjonction temporelle
 I : inclusion

Documents annexes relatifs au chapitre II

ANNEXE 2b

*Moyennes observées aux différentes comparaisons
selon le sexe et à chaque âge*

Compar. Age	PI	C	DT	I
5 ; 6 G (N = 18)	1,50	0,89	0,67	0,67
F (N = 18)	1,83	1,22	1,28	1,11
6 ; 6 G (N = 16)	1,69	0,88	1,13	0,88
F (N = 20)	1,85	1,25	1,10	1,05
7 ; 9 G (N = 16)	2,69	1,56	1,63	1,63
F (N = 20)	2,50	1,85	1,85	2,05

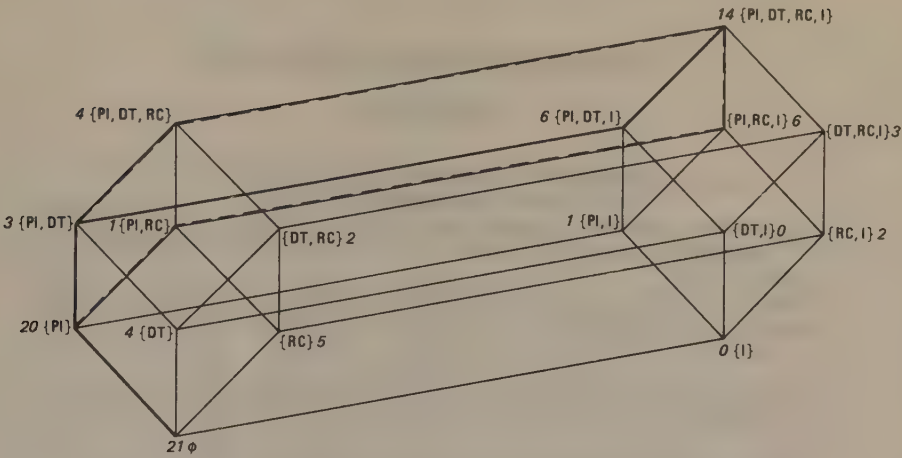
*Valeurs du t de Student pour les différences observées
selon le sexe, à chaque âge et pour chaque comparaison*

Comparaison Age	PI	C	DT	I
5 ; 6	0,80	0,83	1,56	1,33
6 ; 6	0,42	0,97	- 0,08	0,46
7 ; 9	- 0,63	0,69	0,50	0,93

NB : La différence a été calculée dans le sens moyenne des filles – moyenne des garçons. Aucune différence n'est significative à . 05.

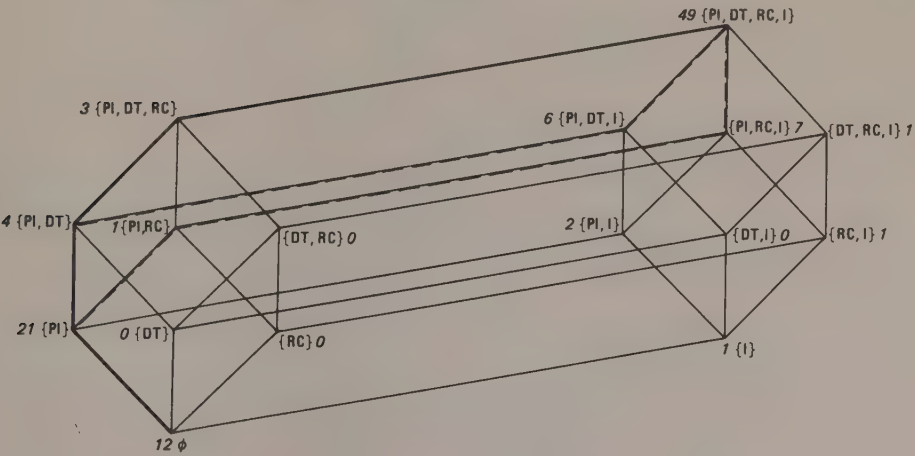
ANNEXE 2d

Diagramme en treillis de la distribution des patrons de réponses à 6 ; 6 ans



ANNEXE 2d

Diagramme en treillis de la distribution des patrons de réponses à 7 ; 9 ans



Documents annexes relatifs au chapitre III

ANNEXE 3a

*Réussites observées aux différentes questions –
clés d'inclusion selon le matériel présenté*

Age Matériel	Situation	Classique		Ecran		Modification		Verbale	
		QC1	QC2	QC1	QC2	QC1	QC2	QC1	QC2
6 ; 6 ans	F	1	3	1	0	0	0	1	0
	J	1	2	0	0	0	0	0	0
7 ; 7 ans	F	2	3	1	0	0	0	1	4
	J	4	3	1	1	0	0	0	1
8 ; 10 ans	F	7	7	5	5	1	1	5	5
	J	5	3	2	2	1	1	1	2
10 ; 1 ans	F	5	6	3	3	3	3	4	5
	J	3	4	1	1	1	1	2	3
11 ; 2 ans	F	6	6	2	3	3	4	5	3
	J	6	8	3	2	3	4	7	7

Légende : On indique le nombre de réussites observé (maximum 10) lorsque le matériel est un matériel de fruits (F) et lorsque le matériel est un matériel de jetons (J).

Documents annexes relatifs au chapitre III

ANNEXE 3b

Réussites observées aux différentes question-clés d'inclusion selon le sexe des enfants

Age Sexe	Situation	Classique		Ecran		Modification		Verbale	
		QC1	QC2	QC1	QC2	QC1	QC2	QC1	QC2
6 ; 6 ans	G	1	1	0	0	0	0	0	0
	F	1	4	1	0	0	0	1	0
7 ; 7 ans	G	3	4	1	1	0	0	0	4
	F	3	2	1	0	0	0	1	1
8 ; 10 ans	G	6	5	3	4	1	1	3	3
	F	6	5	4	3	1	1	3	4
10 ; 1 ans	G	2	4	3	3	3	3	4	4
	F	6	6	1	1	1	1	3	4
11 ; 2 ans	G	7	8	3	3	3	3	6	5
	F	5	6	2	2	3	5	6	5

Légende : On indique le nombre de réussites observé (maximum 10) pour les garçons (G) et pour les filles (F).

Documents annexes relatifs au chapitre III

ANNEXE 3c

Performances obtenues à l'une et l'autre questions-clés d'inclusion

Situation	Classique QC2	Écran QC2	Modification QC2	Verbale QC2																								
6 ; 6 ans	QC1 <table><tr><td>+</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>-</td><td>3</td><td>15</td></tr></table>	+	2	0	-	3	15	QC1 <table><tr><td>+</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>-</td><td>0</td><td>19</td></tr></table>	+	0	1	-	0	19	QC1 <table><tr><td>+</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>-</td><td>0</td><td>20</td></tr></table>	+	0	0	-	0	20	QC1 <table><tr><td>+</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>-</td><td>0</td><td>19</td></tr></table>	+	0	1	-	0	19
+	2	0																										
-	3	15																										
+	0	1																										
-	0	19																										
+	0	0																										
-	0	20																										
+	0	1																										
-	0	19																										
7 ; 7 ans	QC2 <table><tr><td>+</td><td>4</td><td>2</td></tr><tr><td>-</td><td>2</td><td>12</td></tr></table>	+	4	2	-	2	12	QC2 <table><tr><td>+</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>-</td><td>0</td><td>17</td></tr></table>	+	1	2	-	0	17	QC2 <table><tr><td>+</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>-</td><td>0</td><td>20</td></tr></table>	+	0	0	-	0	20	QC2 <table><tr><td>+</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>-</td><td>4</td><td>15</td></tr></table>	+	1	0	-	4	15
+	4	2																										
-	2	12																										
+	1	2																										
-	0	17																										
+	0	0																										
-	0	20																										
+	1	0																										
-	4	15																										
8 ; 10 ans	QC2 <table><tr><td>+</td><td>10</td><td>2</td></tr><tr><td>-</td><td>0</td><td>8</td></tr></table>	+	10	2	-	0	8	QC2 <table><tr><td>+</td><td>6</td><td>1</td></tr><tr><td>-</td><td>1</td><td>12</td></tr></table>	+	6	1	-	1	12	QC2 <table><tr><td>+</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>-</td><td>0</td><td>18</td></tr></table>	+	2	0	-	0	18	QC2 <table><tr><td>+</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>-</td><td>0</td><td>13</td></tr></table>	+	6	0	-	0	13
+	10	2																										
-	0	8																										
+	6	1																										
-	1	12																										
+	2	0																										
-	0	18																										
+	6	0																										
-	0	13																										
10 ; 1 ans	QC2 <table><tr><td>+</td><td>7</td><td>1</td></tr><tr><td>-</td><td>2</td><td>8</td></tr></table>	+	7	1	-	2	8	QC2 <table><tr><td>+</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>-</td><td>0</td><td>15</td></tr></table>	+	4	0	-	0	15	QC2 <table><tr><td>+</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>-</td><td>0</td><td>16</td></tr></table>	+	4	0	-	0	16	QC2 <table><tr><td>+</td><td>7</td><td>0</td></tr><tr><td>-</td><td>1</td><td>10</td></tr></table>	+	7	0	-	1	10
+	7	1																										
-	2	8																										
+	4	0																										
-	0	15																										
+	4	0																										
-	0	16																										
+	7	0																										
-	1	10																										
11 ; 2 ans	QC2 <table><tr><td>+</td><td>12</td><td>0</td></tr><tr><td>-</td><td>2</td><td>4</td></tr></table>	+	12	0	-	2	4	QC2 <table><tr><td>+</td><td>4</td><td>1</td></tr><tr><td>-</td><td>1</td><td>14</td></tr></table>	+	4	1	-	1	14	QC2 <table><tr><td>+</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>-</td><td>2</td><td>12</td></tr></table>	+	6	0	-	2	12	QC2 <table><tr><td>+</td><td>10</td><td>2</td></tr><tr><td>-</td><td>0</td><td>6</td></tr></table>	+	10	2	-	0	6
+	12	0																										
-	2	4																										
+	4	1																										
-	1	14																										
+	6	0																										
-	2	12																										
+	10	2																										
-	0	6																										

Documents annexes relatifs au chapitre IV

ANNEXE 4a

Moyennes observées selon les deux conditions expérimentales et valeurs du t de Student pour les différences obtenues à chaque âge

Age et condition			Moyennes	Valeurs du t de Student	
7 ; 11	C1	(n = 10)	4,20	- 1,26	n.s.
	C2	(n = 10)	5,80		
9,0	C1	(n = 10)	6,50	0,82	n.s.
	C2	(n = 10)	5,60		
9 ; 10	C1	(n = 10)	7,30	- 0,38	n.s.
	C2	(n = 10)	7,80		
10 ; 8	C1	(n = 10)	8,10	1,88	n.s.
	C2	(n = 10)	5,40		

NB : La moyenne maximale est de 11.

La différence a été calculée dans le sens moyenne obtenue dans la condition 1 – moyenne obtenue dans la condition 2.

Légende : C1 (Condition 1) : items avec matériel = fruits
items verbaux = fleurs

C2 (Condition 2) : items avec matériel = fleurs
items verbaux = fruits

Documents annexes relatifs au chapitre IV

ANNEXE 4b

*Moyennes observées selon le sexe et valeurs du t de Student
pour les différences obtenues à chaque âge*

Age et sexe			Moyennes	Valeurs du t de Student	
7 ; 11	G (n = 9)		5,78	1,11	n.s.
	F (n = 11)		4,36		
9 ; 0	G (n = 11)		6,27	0,46	n.s.
	F (n = 9)		5,78		
9 ; 10	G (n = 10)		8,60	1,72	n.s.
	F (n = 10)		6,50		
10 ; 8	G (n = 12)		8,17	2,64	p < .02
	F (n = 8)		4,62		

NB : La moyenne maximale est de 11.

La différence a été calculée dans le sens moyenne des garçons
– moyenne des filles.

Achevé d'imprimer
en juin 1984
sur les Presses de l'Imprimerie
LOUIS-JEAN à Gap (05)
Dépôt légal : 311 – Juin 1984

